

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESEMPENHO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Marli Teresinha Baú

Dissertação de Mestrado:

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS NAS TÉCNICAS  
DE ASSENTAMENTO DE PISOS CERÂMICOS

Florianópolis

2006

MARLI TERESINHA BAÚ

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE MÁQUINAS E FERRAMENTAS NAS TÉCNICAS  
DE ASSENTAMENTO DE PISOS CERÂMICOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Desempenho de Sistemas Construtivos

Orientador: Prof. Humberto Ramos Roman, PhD

Florianópolis

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

MARLI TERESINHA BAÚ

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de MESTRE em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

---

Prof. Dr. Glicério Triches - Coordenador do PPGEC

---

Prof. Ph.D Humberto Ramos Roman – Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA:



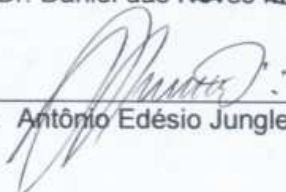
---

Prof. Dr. Luis Alberto Gómez - ECV/UFSC



---

Prof. Dr. Daniel das Neves Martins - UEM



---

Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles - ECV/UFSC

## FICHA CATALOGRÁFICA

690 Baú, Marli Teresinha  
B337a Avaliação da influência de máquinas e ferramentas nas técnicas de assentamento de pisos cerâmicos / Marli Teresinha Baú. \_\_Florianópolis, 2006.

160 f.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.  
Orientador: Prof. PhD. Humberto Ramos Roman.

1. Construção civil. 2. Cerâmicas – Assentamento. 3. Ferramentas.  
I. Título.

CDD: 690

Catálogo elaborado por Yara Menegatti CRB 14/488

A meu esposo e filho,  
àqueles que considero minha família,  
pelo apoio e incentivo,  
aos meus pais e irmãos,  
por acreditarem nas minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de realização deste Mestrado.

À Unochapecó pelo convênio que possibilitou a realização do Mestrado em Chapecó.

Ao Professor PhD. Humberto Ramos Roman pela orientação. À professora Dr.Tatiana Godin do Amaral pelas suas contribuições e apoio.

Aos professores do Mestrado pelo conhecimento, informações e dicas transmitidas, que auxiliaram nos estudos realizados.

As empresas PERFIOESTE, pelo apoio, a FERSUL e INJESUL por terem disponibilizado as máquinas e ferramentas para realização da pesquisa.

Ao Eng. Marcelo Costella e sua equipe técnica por possibilitar o desenvolvimento da pesquisa em uma de suas obras. Que ao longo de todo trabalho contribuíram de forma incansável na sua realização.

Aos técnicos do Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFSC, Renato Lapa e Luiz Henrique.

À colega Márcia Rosane Ebert, aos colegas de turma e amigos pelo incentivo durante toda a jornada.

A minha família “Baú / Fontanela” pelo apoio e incentivo.

Ao meu querido amigo Engenheiro Mecânico Rogério Ianzer Jardim (in memória), pelo seu profissionalismo e pela luta incansável pela classe.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal a análise comparativa entre a técnica convencional de assentamento de revestimento cerâmico atualmente utilizado na maioria das obras e uma nova técnica proposta a partir do uso de ferramentas especialmente criadas para tal. Mostra-se a influência das máquinas e ferramentas no assentamento de revestimento cerâmico, quanto ao tempo para realizar cada etapa e a quantidade de materiais necessários para execução. Evidenciando o aumento da produtividade, redução de desperdícios na obra e qualidade final do assentamento cerâmico, percebem-se as vantagens obtidas com a qualidade das máquinas e ferramentas. Apresentam-se os dados obtidos através da técnica de rejuntamento convencional, na aplicação de rejunte comum flexível e com a técnica proposta na aplicação do rejunte epóxi, apresentando o tempo necessário para execução de cada tipo de rejuntamento, gerando dados que poderão auxiliar na composição de custos e orçamentos e no planejamento de obras. Comparam-se os resultados obtidos na aplicação do rejunte comum com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas, o que possibilita verificar a influência da qualidade das ferramentas e sua substituição ao final de sua vida útil. Finalmente apresentam-se os valores obtidos nos testes de resistência de aderência à tração, mostrando a influência da utilização das máquinas e ferramentas propostas na resistência do revestimento cerâmico.

Palavras-chave: cerâmica; processo de rejuntamento; máquinas e ferramentas para o assentamento de cerâmica.

## ABSTRACT

This assignment has as its main objective the comparative analysis between the conventional techniques of ceramic revetment setting currently used in most construction sites and a new technique proposed from the use of tools specially designed for this purpose. It is shown the influence of machines and tools in the ceramic revetment setting, regarding the time to achieve each step as well as the quantity of necessary materials to its execution. Evidencing the productivity increase and reduction of waste in the construction site and final quality of the ceramic revetment setting, perceiving then the advantages obtained with the quality of machines and tools. It was presented the obtained data (information) through the conventional ceramic revetment setting technique, in the application of the joining material called “epoxi”, presenting the necessary time to the execution of each type of setting, generating the data which could aid the composition of costs estimate and budget as well as aiding the estimate construction planning. It was compared the obtained results from the appliance of the common joining material with worn out tools as well as with new tools, which makes it possible to verify the influence of the tools’ quality and their substitution at the end of their useful lifespan. Finally it was presented the values obtained from the resistance tests of adherence concerning traction, showing the influence of the machines and tools proposed in the resistance of ceramic revetment.

Key words: ceramic, rejoining process, machines and tools for ceramic revetment setting.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Planta Baixa do edifício.....	36
<b>Figura 2</b> - Planta Baixa dos apartamentos 101 a 1001.....	37
<b>Figura 3</b> - Planta Baixa dos Apartamentos 103 a 1003.....	38
<b>Figura 4</b> - Planta baixa da área de circulação dos pavimentos 1° ao 10°.....	39
<b>Figura 5</b> - Máquinas e ferramentas utilizadas na técnica convencional.....	45
<b>Figura 6</b> - Ventosa.....	47
<b>Figura 7</b> - Medição no ângulo e marcação do ângulo na peça cerâmica.....	48
<b>Figura 8</b> - Batedor de argamassa.....	49
<b>Figura 9</b> - Martelo de borracha branca.....	49
<b>Figura 10</b> - Cortador de cerâmica.....	50
<b>Figura 11</b> - Batedor de argamassa industrial.....	51
<b>Figura 12</b> - Suporte para embalagens.....	52
<b>Figura 13</b> - Aplicador contínuo de argamassa colante.....	53
<b>Figura 14</b> - Carrinho para transporte de cerâmicas.....	55
<b>Figura 15</b> - Utilização do nivelador de cerâmicas.....	55
<b>Figura 16</b> - Aplicador de rejunte epóxi.....	60
<b>Figura 17</b> - Espátula de nylon.....	61
<b>Figura 18</b> - Preparação das amostras das cerâmicas para realizar o teste de aderência .....	85

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único, do assentamento de revestimento cerâmico grés retificada pela técnica proposta e a técnica convencional.....	67
<b>Gráfico 2</b> - Análise entre os diversos itens relativos ao assentamento de revestimento cerâmico grés porcelanato, através da técnica proposta e da técnica convencional.....	70
<b>Gráfico 3</b> - Análise entre os diversos itens relativos ao tempo entre a técnica proposta e a técnica convencional.....	73
<b>Gráfico 4</b> - Influência das máquinas e ferramentas propostas obtidas no assentamento dos três tipos de cerâmica (médias de redução de tempo e quantidade) .....	75
<b>Gráfico 5</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na cerâmica grés retificada, através da técnica proposta (com rejunte epóxi), versus técnica convencional (com rejunte comum flexível).....	77
<b>Gráfico 6</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta – rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível.....	80
<b>Gráfico 7-</b> Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas.. .....	83
<b>Gráfico 8</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único do Teste de Aderência entre a Técnica Proposta e a Técnica Convencional para os três tipos de cerâmicas.....	86

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Procedimentos para o assentamento de revestimentos cerâmicos pela técnica convencional.....	43
<b>Tabela 2</b> - Ventosa.....	47
<b>Tabela 3</b> - Marcador de cerâmicas (copiador de ângulos) .....	48
<b>Tabela 4</b> - Batedor de argamassa.....	49
<b>Tabela 5</b> - Martelo de borracha branca.....	49
<b>Tabela 6</b> - Cortador de cerâmica.....	50
<b>Tabela 7</b> - Batedor de argamassa (misturador industrial) .....	51
<b>Tabela 8</b> - Suporte para embalagens.....	52
<b>Tabela 9</b> - Aplicador contínuo de argamassa sobre piso.....	54
<b>Tabela 10</b> - Carrinho de transporte de cerâmicas.....	55
<b>Tabela 11</b> - Nivelador de cerâmicas .....	56
<b>Tabela 12</b> - Aplicador de rejunte epóxi.....	60
<b>Tabela 13</b> - Espátula de nylon.....	61
<b>Tabela 14</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único, do assentamento de revestimento cerâmico grés retificado, pelas técnicas proposta versus convencional.....	66
<b>Tabela 15</b> - Análise da técnica de assentamento de revestimento cerâmico grés porcelanato, quanto ao Teste F Anova Fator Único. ....	70
<b>Tabela 16</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial, em uma área de 12,6m <sup>2</sup> , comparando a técnica proposta e a técnica convencional. ....	72
<b>Tabela 17</b> - Influência das máquinas e ferramentas propostas obtidas no assentamento dos três tipos de cerâmica (médias de redução de tempo e quantidade) .....	75
<b>Tabela 18</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés retificada, através da técnica proposta – rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível.....	76
<b>Tabela 19</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta –	

rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível, através do Teste F Anova Fator Único. ....	79
<b>Tabela 20</b> - Resultado das técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta – rejunte epóxi versus técnica convencional - rejunte comum flexível.....	79
<b>Tabela 21</b> - Comparativo entre as técnicas para análise da média de rendimento do rejuntamento entre duas cerâmicas.....	81
<b>Tabela 22</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas....	82
<b>Tabela 23</b> - Comparativo e diferenças entre a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas. ....	82
<b>Tabela 24</b> - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para o teste de resistência de aderência à tração, da técnica proposta versus técnica convencional. ....	86
<b>Tabela 25</b> - Comparativo do Teste de Resistência a Aderência entre a Técnica Proposta e a Técnica Convencional para os três tipos de cerâmicas. ....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação de Normas Técnicas

ACI – Argamassa colante tipo I

ACII - Argamassa colante tipo II

ACIII - Argamassa colante tipo III

cm – centímetro

CGP – Cerâmica grés porcelanato

CGR – Cerâmica grés retificado

CGC – Cerâmica grés comercial

CP – Corpo de prova

Ft – Fator crítico

Fc – Fator calculado

ISO – International Organization for Standardization

Kg - quilograma

MPa - Mega Pascal

m<sup>2</sup> - metro quadrado

min – minutos

m- metros

mm- milímetros

N - Newtons

“ – polegadas

PEI – Porcelain Enamel Institute

SINDUSCON- Sindicato da Indústria da Construção

CV – Coeficiente de variação

Hh – homens hora

SIQ – Construtoras – Sistema de Qualidade de Empresas de Serviços e Obras – Construtoras

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

Ap. - apartamento

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
LISTA DE GRÁFICOS.....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	17
1.1 JUSTIFICATIVA.....	17
1.2 OBJETIVOS.....	19
1.2.1 Objetivo Geral .....	19
1.2.2 Objetivos específicos .....	19
1.3 HIPÓTESES .....	20
1.4 LIMITAÇÕES .....	20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	22
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL .....	22
2.2 RACIONALIZAÇÃO, PRODUTIVIDADE E DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
2.3 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO.....	25
2.4 QUALIDADE DA TÉCNICA DE EXECUÇÃO DO ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO .....	26
2.5 RESISTÊNCIA.....	29
2.6 PROBLEMAS EXISTENTES .....	31
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	33
3.2 FORMA E TIPO DE DADOS COLETADOS .....	40
3.3 TÉCNICA CONVENCIONAL PARA ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO .....	41
3.4 TÉCNICA PROPOSTA PARA ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO .....	46

3.4.1 Descrição das máquinas e ferramentas propostas .....	47
3.4.2 Descrição da técnica proposta para assentamento de revestimento cerâmico.....	57
3.5 MÁQUINAS E FERRAMENTAS PARA REJUNTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO .....	59
3.6 TÉCNICA DE REJUNTAMENTO EPÓXI.....	61
3.7 TESTES DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO .....	62
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	65
4.1 A INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS NO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO DA CERÂMICA GRÉS RETIFICADA.....	66
4.2 A INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS NO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO GRÉS PORCELANATO.....	69
4.3 INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS NO ASSENTAMENTO DA CERÂMICA GRÉS COMERCIAL. ....	72
4.4 INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS PROPOSTAS OBTIDAS NO ASSENTAMENTO DOS TRÊS TIPOS DE CERÂMICA (MÉDIAS DE REDUÇÃO DE TEMPO E QUANTIDADE) .....	74
4.5 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REJUNTAMENTO PARA CERÂMICA GRÉS RETIFICADA .....	76
4.6 AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REJUNTAMENTO PARA CERÂMICA GRÉS PORCELANATO.....	79
4.7 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA APLICAÇÃO DO REJUNTE COMUM FLEXÍVEL PARA A CERÂMICA GRÉS COMERCIAL. ....	81
4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADEREÊNCIA À TRAÇÃO .....	85

5 CONCLUSÃO.....	89
5.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS	
PROPOSTAS NO ASSENTAMENTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....	89
5.2 REJUNTAMENTO DA CERÂMICA GRÉS RETIFICADA E GRÉS	
PORCELANATO.....	90
5.3 REJUNTAMENTO DA CERÂMICA COMERCIAL .....	91
5.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DA ADERÊNCIA À TRAÇÃO .....	91
5.5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	93
REFERÊNCIAS.....	94
GLOSSÁRIO .....	101
APÊNDICES A - PLANILHAS PARA O LEVANTAMENTO E COLETA DE DADOS	
.....	102
APÊNDICES B - COLETA DE DADOS DO ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO	
CERÂMICO GRÉS RETIFICADO .....	106
APÊNDICES C - COLETA DE DADOS DO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO	
CERÂMICO GRÉS PORCELANATO .....	118
APÊNDICE D - COLETA DE DADOS DO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO	
CERÂMICO GRÉS COMERCIAL.....	129
APÊNDICES E - COLETA DE DADOS DA APLICAÇÃO DO REJUNTAMENTO NA	
CERÂMICA GRÉS RETIFICADA, ATRAVÉS DA TÉCNICA PROPOSTA (REJUNTE	
EPÓXI) E A TÉCNICA CONVENCIONAL (REJUNTE COMUM FLEXÍVEL).....	140
APÊNDICES G - COLETA DE DADOS DA APLICAÇÃO DO REJUNTAMENTO NA	
CERÂMICA GRÉS COMERCIAL, AVALIANDO A INFLUÊNCIA DA QUALIDADE	
DAS FERRAMENTAS.....	147
APÊNDICES H - COLETA DE DADOS DOS TESTES DE RESISTÊNCIA DE	
ADERÊNCIA À TRAÇÃO, DO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO GRÉS	
RETIFICADO, GRÉS PORCELANATO E GRÉS COMERCIAL REALIZADOS COM A	
TÉCNICA PROPOSTA E A TÉCNICA CONVENCIONAL.....	150



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Acompanhando a dinâmica contemporânea com constantes e rápidas transformações no processo produtivo, o setor de construção civil brasileiro tem feito esforços objetivando melhor desempenho, buscando qualidade, certificação, incrementos na produtividade e competitividade (POZZOBON et al., 2004).

Na construção de edifícios o incremento de novas tecnologias relacionadas aos equipamentos ou aos materiais não é sinônimo de melhoria na produtividade (ANDRADE *apud* LIBRAIS; SOUZA, 2001). É necessário também buscar compreender as novas tecnologias e as variáveis envolvidas que influenciam na produtividade para uma gestão eficiente do processo de produção e dos recursos da construção. Além disso, as informações referentes ao estudo da produtividade da mão-de-obra, segundo Carraro *apud* Librais; Souza (2001) traz como benefícios a previsão do consumo de mão-de-obra, a previsão da duração do serviço, avaliação e comparação dos resultados e desenvolvimento ou aperfeiçoamento de técnicas construtivas.

Scardoelli et al. (*apud* POZZOBON et al., 2004) comprovaram que todos os problemas relativos à falta de qualidade dos serviços, historicamente atribuídos à mão-de-obra, só se verificaram em empresas construtoras que não oferecem condições de trabalho, instruções e equipamentos necessários à execução. “Segundo esses autores, os procedimentos e equipamentos implantados, após um momento inicial de familiarização, melhoram a qualidade do produto e a produtividade dos trabalhadores.” (POZZOBON et al., 2004, p.1).

Implantar inovações deve significar para a empresa, consolidar a nova tecnologia no seu sistema produtivo e no processo de produção de edifícios através de princípios que permitam a sua constante evolução. (BARROS *apud* POZZOBON et al., 2004). “Além disso a utilização de equipamentos adequados melhora as

condições ergonômicas e contribui para a ruptura da idéia de improviso e desperdício.” (POZZOBON et al., 2004, p.1).

A melhoria da qualidade dos produtos e processos passa obrigatoriamente pela transformação e pela adequação das máquinas e dos dispositivos técnicos envolvidos. A análise e avaliação dos postos de trabalho e o desenvolvimento de novos equipamentos devem, sempre, buscar o aumento da produtividade e do lucro da empresa, sem esquecer da segurança e do bem estar de quem vai executar esta operação. (POZZOBON et al., 2004, p. 9).

Segundo Librais; Souza (2001), são muitos os fatores que podem influenciar a produtividade da mão-de-obra, alguns fatores têm caráter quantitativo e outros qualitativos, como por exemplo, as ferramentas para o assentamento cerâmico.

As ferramentas e equipamentos normalmente utilizados para aplicação de cerâmica, utilizando a técnica convencional, segundo Sabbatini; Barros (2001, p.18-19) são listados a seguir:

- a) para verificação e preparo do substrato:
  - prumo;
  - esquadro;
  - mangueira de nível;
  - régua de alumínio (15cm menor que o pé direito do pavimento);
  - régua de alumínio (0,70m a 0,80m);
  - metro articulado com 2m;
- b) preparo e aplicação da argamassa:
  - colher de pedreiro 9”;
  - caixote para preparo da argamassa com dimensões de: profundidade – 0,18m; largura – 0,55m e comprimento – 0,70; sobre pés de 0,70 de altura;
  - balde para transporte de água de assentamento;
  - desempenadeira dentada de aço, com o cabo fechado de ambos os lados, com dimensões dos dentes de 6x6mm, afastados um do outro de 6mm, para espessuras de até 2,5mm da camada de fixação ou de 8x8mm por 8mm de afastamento para espessuras de até 3,5mm;
- c) para preparo e aplicação dos revestimentos cerâmicos:
  - riscador com broca de vídea de ¼” devidamente afiada;
  - cortador mecânico (vídea), por exemplo, Fermat, referência 2G 40;
  - lima triangular de 30 a 40cm;
  - torquês pequena (a menor peça existente no mercado);
  - torquês média;
  - colher de pedreiro pequena sem ferro no cabo;
  - espátula de 1”;
  - placa de compensado 0,35mx0,80m;
  - serra elétrica tipo com disco diamantado;
  - furadeira e serra-copo;
  - rodo pequeno para aplicação do rejunte.

Sabbatini; Barros (2001) evidenciam que se tem um bom domínio da tecnologia de produção dos componentes cerâmicos no Brasil, assim como tem sido

significativo o avanço na produção dos materiais destinados à camada de fixação e ao seu rejuntamento. “No entanto, os avanços na produção dos componentes e materiais complementares não vêm sendo acompanhados pela tecnologia de execução do revestimento como um todo.” (SABBATINI; BARROS, 2001, p.31). A produção de um revestimento cerâmico compatível com as condições de utilização e as exigências do usuário é resultado de um conjunto complexo de atividades, que muitas vezes não são comumente desenvolvidas na construção civil no Brasil, causando desperdícios, problemas patológicos e custos incompatíveis.

Este trabalho se propõe a apresentar uma comparação entre a técnica convencional de aplicação de revestimento cerâmico atualmente utilizado na maioria das obras e uma nova técnica proposta a partir do uso de ferramentas especialmente criadas para tal.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar de maneira comparativa a produtividade da mão de obra e do consumo de materiais no assentamento de piso interno com placas cerâmicas, com a utilização da técnica convencional localmente utilizada com o uso de argamassa colante, e de uma nova técnica com a utilização de argamassa colante e de equipamentos e ferramentas desenvolvidos para tal finalidade e aqui denominados de técnica proposta.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar os resultados da produtividade alcançados com a utilização da técnica convencional e da técnica proposta, quanto ao tempo para realizar cada etapa e a quantidade de materiais utilizados para o assentamento de pisos cerâmicos.
- Comparar os resultados de resistência de aderência utilizando as técnicas convencional e a proposta em três tipos cerâmicos.
- Avaliar a influência da qualidade das ferramentas utilizadas no assentamento e rejuntamento do revestimento cerâmico.

### 1.3 HIPÓTESES

Os estudos preliminares, durante a elaboração do projeto de pesquisa, permitiram que se criasse a hipótese que as máquinas e ferramentas propostas facilitariam a aplicação de cerâmicas, melhorariam a qualidade final do assentamento de pisos cerâmicos da obra e maximizariam a produtividade, minimizando o desperdício.

Pretendeu-se ainda, durante a pesquisa, verificar se as máquinas e ferramentas propostas são mais eficientes e fáceis de serem operadas que aquelas utilizadas pela técnica tradicional.

### 1.4 LIMITAÇÕES

Neste trabalho se quer medir o desempenho real de cada técnica para compará-los, através de medidas de tempo de execução de cada etapa para a aplicação da cerâmica e também das quantidades de cada material utilizado. Devem ser identificadas as máquinas e ferramentas utilizadas em cada técnica, assim como, analisar a qualidade do acabamento da cerâmica assentada.

Para a presente pesquisa foi considerada apenas uma paginação padrão de assentamento cerâmico, entendendo-se como paginação, o desenho da posição das peças cerâmicas no ambiente. Paginações diferenciadas ou com muitos detalhes influenciam no tempo necessário para execução da técnica de assentamento, assim como, na quantidade de recortes da cerâmica e dos materiais utilizados.

Não foi considerada a influência das variações de temperatura e umidade.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 5 capítulos.

O primeiro capítulo consiste na introdução à dissertação, na qual se apresenta a justificativa, objetivos, hipóteses, limitações e a presente estrutura.

No capítulo 2 apresenta-se a revisão da literatura com os assuntos relacionados ao tema abordado. Iniciando com a importância das ferramentas e introdução de inovações tecnológicas simples para a construção civil, sua influência na racionalização, produtividade e desperdício. Apresenta-se o sistema de revestimento cerâmico, qualidade da técnica de execução do assentamento de revestimento cerâmico, resistência e problemas existentes.

No capítulo 3 a metodologia utilizada é descrita, mostrando a forma e tipo de dados coletados. Compara-se a técnica convencional de assentamento de revestimento cerâmico com a técnica que utiliza máquinas e ferramentas propostas.

No capítulo 4 são apresentadas as análises dos resultados obtidos na pesquisa, mostrando a influência das máquinas e ferramentas no assentamento de revestimento cerâmico, na técnica de rejuntamento e na resistência de aderência à tração.

O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

Percebem-se na construção civil as iniciativas de melhorias na movimentação de materiais, condições de trabalho e segurança em canteiros de obra, através da adoção de máquinas e equipamentos ou ferramentas simples, moldes e gabaritos, procedimentos para disseminação de informações, entre outros. (POZZOBON et al., 2004).

O termo inovação tecnológica é entendido como

[...] um aperfeiçoamento tecnológico, resultado de atividades de pesquisa e desenvolvimento internas ou externas à empresa, aplicado ao processo de produção do edifício objetivando a melhoria de desempenho, qualidade ou custo do edifício ou de uma parte do mesmo. (BARROS *apud* POZZOBON et al., 2004, p. 2)

No Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho em 1999, Pozzobon et al. (2004) apresenta uma listagem com duzentos e quarenta modificações, melhorias e inovações tecnológicas simples encontradas em canteiros de obras. Esses itens estão agrupados em seis assuntos relacionados ao gerenciamento dos canteiros de obra, a saber: apoio e dignificação da mão-de-obra; organização do canteiro; movimentação de materiais e deslocamentos internos; utilização de ferramentas, máquinas e técnicas especiais; segurança no trabalho; e comunicações internas.

A listagem serve como sugestão para a implementação de inovações tecnológicas que trazem melhoria de desempenho, qualidade ou custo do edifício ou de uma parte do mesmo. Esta listagem foi usada por vários autores em suas

pesquisas e análises sobre a evolução do uso de inovações tecnológicas simples em canteiros de obra em diversas cidades do Brasil. (POZZOBON et al., 2004, p. 2)

## 2.2 RACIONALIZAÇÃO, PRODUTIVIDADE E DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A racionalização da construção é um conceito que abrange a otimização das atividades construtivas, aplicando-se os princípios de racionalização e técnicas construtivas como forma de alcançar um melhor resultado no desenvolvimento de empreendimentos. Embora se possa dizer que extrapola a aplicação de medidas de otimização, neste caso, passando pela mudança de todo o setor da construção e dependendo de ações institucionais como a adoção de normalização e padronização por todo setor. (FRANCO, 1996).

O conceito de racionalização construtiva foi definido por vários autores. Trigo *apud* Franco (1996) entende o conceito da racionalização da construção civil como “o conjunto de ações tendentes ao aumento de rendimento do setor em conjunto e de cada uma das tarefas a realizar em particular”. Ainda segundo este autor, a racionalização pressupõe a organização, planificação, verificação e as técnicas adequadas à melhoria da qualidade e ao acréscimo de produtividade.

Sabbatini *apud* Franco (1996) apresentou a racionalização da construção como “ferramenta” da industrialização e define:

Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases. (FRANCO, 1996, p. 3).

Portanto, a racionalização não se encerra na melhoria ou alteração de determinados procedimentos construtivos. Mas, implica na aplicação dos princípios de racionalização de uma forma mais ampla, abrangendo todos os recursos envolvidos.

O empenho por entender a variação da produtividade da mão-de-obra é justificado por SOUZA (1996) ao citar que: a mão-de-obra é o recurso onde as maiores perdas são verificadas, várias atividades em construção civil são

ditadas pelo seu ritmo; e ainda, a mão-de-obra é o recurso de mais difícil controle. (LIBRAIS; SOUZA, 2001, p. 2).

A conceituação de produtividade definida por SOUZA (1996), que é, a medida de eficiência do processo produtivo na transformação de recursos físicos (entradas) em quantidade de serviço executado (saídas). (LIBRAIS; SOUZA, 2001, p. 4).

Para obtenção da produtividade da mão-de-obra é expressa em função da quantidade de homens-hora (Hh) que está presente no dia de trabalho, representado a quantidade de horas trabalhadas pelos operários na execução de um determinado serviço. (LIBRAIS; SOUZA, 2001).

Segundo Librais; Souza, (2001), são muitos os fatores que podem influenciar a produtividade da mão-de-obra, que foram classificadas (THOMAS; SMITH *apud* LIBRAIS; SOUZA, 2001) em fatores relacionados ao conteúdo do trabalho e fatores relacionados ao contexto do trabalho, assim como as anormalidades (SOUZA *apud* LIBRAIS; SOUZA, 2001). Notando-se que, alguns fatores têm caráter quantitativo (como exemplo o comprimento das paredes) e outros qualitativos, como exemplo, as ferramentas para o assentamento cerâmico.

Fatores considerados influenciadores:

- Relação de ajudantes por oficial;
- Perímetro por área (per/A) – razão entre o perímetro da superfície revestida por sua área;
- Tamanho das placas;
- Padrão de assentamento;
- Razão de peças cortadas por inteiras;
- Presença de faixa.

Lima et al. (2003) verificaram o desperdício de materiais na construção civil, especificamente o revestimento cerâmico, proveniente de falhas no processo construtivo. Os autores detectaram problemas na estocagem da cerâmica na obra, ficando em contato direto com a laje, caixas de cerâmica armazenadas de forma inclinada e algumas apresentando a embalagem aberta. A armazenagem inadequada foi apontada como causa de quebra de peças cerâmicas, assim como o transporte inadequado utilizando carro-de-mão ou invés de palet.

Porém, constatou-se que a grande responsável pelas perdas das peças cerâmicas é a qualidade delas, pois apresentaram anormalidades no esquadro, na planeza e no esmalte, este último mostrando-se bastante frágil. Dessa forma, foi confirmada a justificativa dada pelos pedreiros



executores do revestimento, por não estarem aproveitando a maioria dos trinchos e pela dificuldade de escolha das cerâmicas e do assentamento das mesmas. (LIMA et al., 2003, p. 9).

Conceito de desperdício: “Elas devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais e mão-de-obra em quantidades superiores aquelas necessárias à produção da edificação.” (LIMA et al. 2003, p. 1).

Indicadores de perda: “Trata-se do resultado de levantamentos realizados dentro do processo construtivo, onde são feitas comparações entre situações previstas e ocorridas.” (LIMA et al., 2003, p. 1).

Os indicadores de perdas podem ser compostos de diversas maneiras. Na maior parte das vezes se definirá uma situação de referência (prevista), se quantificará a situação real (ocorrida), e o indicador será constituído por uma relação percentual da discrepância da situação real com relação a de referência. (SOUZA *apud* LIMA, et al., 2003, p. 3).

## 2.3 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO

O sistema de revestimento cerâmico é um conjunto de elementos distintos e que funciona como uma estrutura organizada, constituído de elementos com composições distintas e que geram esforços diferentes, mas devem apresentar um equilíbrio de todas as tensões que agem no sistema, para que não ocorra o comprometimento do revestimento.

Reis; Nascimento (2004) citam as finalidades e vantagens do revestimento cerâmico:

- “proteção;
- facilidade de limpeza;
- anti-alérgico;
- beleza (possui infinitas opções decorativas);
- adequado ao clima (conforto térmico);
- durável (quando de boa qualidade);
- anti-inflamável;
- valorização do imóvel”.

## 2.4 QUALIDADE DA TÉCNICA DE EXECUÇÃO DO ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

“A ISO (International Organization for Standardization) define qualidade como sendo as características do produto que atendem às necessidades explícitas ou implícitas dos clientes, proporcionando portanto satisfação.” (FRANCO, 1996, p. 5).

Para a qualidade do sistema de revestimento cerâmico é necessária a especificação adequada dos materiais, assim como, alguns cuidados durante o processo de execução, tais como, a mistura da argamassa nas proporções indicadas na embalagem, tempo de maturação (15 minutos de repouso da argamassa preparada), tempo para o uso da argamassa colante (2 horas e 30 minutos), e tempo em aberto. (REIS; NASCIMENTO, 2004).

Na desempenadeira utilizada para espalhar a argamassa colante, deve ser observado o desgaste dos dentes da desempenadeira. “Quando os dentes da desempenadeira desgastarem e sua altura diminuir em 1mm, a desempenadeira deve ser substituída por uma nova ou a altura dos dentes deve ser recomposta.” (REIS; NASCIMENTO, 2004, [s. p.]).

A argamassa colante é um produto industrializado composto por uma argamassa pré-dosada fornecida em embalagens apropriadas, apresentada em forma de pó (SABBATINI; BARROS, 2001, p. 2). São diversos os tipos e categorias de argamassas colantes industrializadas, a base de cimento e/ou resinas, encontradas no mercado. A Argamassa de cimento Portland “É uma mistura de aglomerante hidráulico (cimento), agregados minerais e aditivos que, quando preparada com adição exclusiva de água, forma uma pasta viscosa, plástica e aderente.” (REIS; NASCIMENTO, 2004, [s. p.]). “Esse é o material atualmente mais utilizado na fixação dos componentes cerâmicos no Brasil, principalmente por suas vantagens ou pelas vantagens do método de produção que as utiliza.” (SABBATINI; BARROS, 2001, p. 2).

As argamassas colantes podem ser classificadas quanto ao desempenho da seguinte forma:

- rígidas: quando o aditivo da argamassa é apenas o retentor de água. Propicia apenas ancoragem mecânica;

- aditivadas: quando são adicionadas polímeros na argamassa. Há ancoragem mecânica e química;
- modificadas (ou flexíveis): quando a quantidade de polímeros adicionada na argamassa propicia forte ancoragem química e que mesmo depois de seca, tenha flexibilidade para acompanhar em parte a movimentação do revestimento, dificultando o deslocamento por cisalhamento e por flambagem da placa cerâmica. Propicia ancoragens mecânica e química e são indicadas para assentamento em placas cerâmicas e substratos que não absorvem água.

A argamassa introduzida nas juntas de assentamento é o elemento que absorve e amortece parte das tensões do sistema de revestimento. Portanto, quanto maior a largura da junta, maior é a absorção de tensões, pois haverá mais espaço para a expansão por umidade e a dilatação térmica da placa. E quanto mais flexível (módulo de deformação) maior é a absorção de tensões. (REIS; NASCIMENTO, 2004).

Em sua pesquisa PAES; CARASEK (2002) evidenciaram o melhor desempenho dos revestimentos cerâmicos executados com juntas de assentamento com argamassa de rejuntamento flexível, ou aqueles assentados com maiores espessuras de juntas.

Recomenda-se a utilização de rejunte epóxi nos ambientes onde a higiene deve ser impecável como hospital, cozinha e banheiro. Em outras áreas, usar rejunte industrializado de boa qualidade, à base de cimento aditivado e/ou impermeabilizado. Aconselha-se a utilização de cerâmica PEI 4 em locais onde ocorra atividade abrasiva: entrada, cozinha comercial, hotel, show-room, loja, lanchonete, banco, hospital, quintal, garagem, corredores, etc. Aconselha-se a utilização de cerâmica PEI 5 em locais com tráfego super intenso, como shopping, aeroporto, rodoviária e indústrias. (REIS; NASCIMENTO, 2004).

Peças de baixa absorção (GRÉS) necessitam de alguns cuidados especiais, devendo começar pela especificação da argamassa colante mais adequada, que segundo Reis; Nascimento (2004) deve ser a argamassa tipo III. As juntas de assentamento devem-se deixar no mínimo 2mm, para absorver tensões provocadas pela movimentação do substrato, já que a expansão por umidade desse material é praticamente nula. Mesmo não havendo expansão por umidade, devem ser projetadas juntas de movimentação no máximo a cada 10,00m em áreas internas e 5,00m em áreas externas, além de seguir a recomendação do fabricante. Juntas

estruturais e de dessolidarização devem ser especificadas/executadas no máximo a cada 12,00m<sup>2</sup>. Como essa placa não absorve água, não há ancoragem mecânica e, portanto, deve ser assentada com argamassas colantes flexíveis, que propiciem forte ancoragem química. Devem ser usadas argamassas de rejuntamento que não contenham óxido de ferro em suas composições, pois a pigmentação não é a mesma dos rejuntas comuns encontrados no mercado, é uma pigmentação específica para o grés-porcelanato. No Brasil encontram-se os seguintes rejuntas para grés-porcelanato:

- Base de cimento: semelhante aos rejuntas comuns, embora com mais aditivo para dar colagem química nas laterais das placas.
- Base epóxi: é impermeável e totalmente lavável, propiciando absoluta higiene. Alta resistência a intempéries e maresias, propiciando acabamento perfeito. (REIS; NASCIMENTO, 2004)

A aplicação dos rejuntamentos, só deve começar 72 horas após o término do assentamento das placas cerâmicas. Antes de começar a aplicar o rejunte, devem-se limpar completamente as juntas, para não haver interferência na aderência e impregnação de resíduos. Deve-se misturar a argamassa de rejuntamento com água limpa, nas quantidades indicadas na embalagem obtendo-se um rejuntamento sem grumos, pastoso e aderente. O rejunte preparado deverá ficar em repouso por 15 min (para os aditivos iniciarem sua ação) e após ser re-amassado. O tempo para uso após o preparo é de no máximo 2 horas e 30 minutos. É necessário molhar as juntas entre as placas com a utilização de brocha de borracha, para garantir uma boa hidratação e aderência, aplicando a argamassa de rejuntamento com as juntas ainda úmidas. O rejuntamento deve ser aplicado em excesso, com desempenadeira de aço revestida com borracha ou com o rodo de borracha, executando movimentos contínuos de vai e vem, diagonalmente às juntas. Para a limpeza, deixar o rejuntamento secar até a superfície da a cerâmica ficar totalmente esbranquiçada (15 min. a 30min.). A seguir, fazer a limpeza do revestimento com uma esponja macia, limpa e úmida e finalizar a limpeza com um pano ou estopa limpa e seca. (Deve-se cuidar para não efetuar a limpeza com excesso de água na esponja, pois poderá ocorrer a lavagem superficial do pigmento, manchando assim o rejunte.) Recomenda-se manter o rejunte úmido (cura) por dois ou três dias. (REIS; NASCIMENTO, 2004).

Proteção:

Só liberar o revestimento ao tráfego de pessoas preferencialmente sete dias após o rejuntamento e de automóveis quatorze dias após. Nos casos normais, o revestimento de pisos deve ser protegido com aplicação de serragem, sacos de estopa e retalhos de madeira compensada. (REIS; NASCIMENTO, 2004, [s. p.]).

#### Limpeza final:

Só após quatorze dias do rejuntamento, no mínimo. O revestimento deve ser escovado (escova ou vassoura de piaçaba) com água e detergente neutro, sendo em seguida enxaguado abundantemente. Recomenda-se evitar a lavagem de rejuntamentos com ácidos. (REIS; NASCIMENTO, 2004, [s. p.]).

## 2.5 RESISTÊNCIA

Vários são os parâmetros que podem influenciar na aderência de revestimentos, desde aspectos relacionados às propriedades intrínsecas dos materiais, como porosidade e absorção de água do revestimento, a capacidade de retenção de água da argamassa de assentamento, até os procedimentos adotados durante a produção, os quais podem ser responsáveis por uma maior extensão de aderência ou pela ocorrência de vazios de preenchimento no verso (tardoz/dorso) da placa. (MARANHÃO et al., 2003, p. 521).

“Há dois mecanismos que condicionam a ancoragem entre os componentes, os processos físicos e os químicos, além daquele decorrente de uma combinação entre eles.” (ITC *apud* MARANHÃO et al., 2003, p. 520).

- “A ancoragem física ocorre devido a um encunhamento mecânico ligado à penetração e endurecimento da fase líquida da pasta aglomerante nos poros dos materiais da base ou do revestimento.” (COSTA E SILVA *apud* MARANHÃO et al., 2003, p. 520).
- No mecanismo de ancoragem química acontece a formação de uma ligação química entre a argamassa e o material de revestimento. (MARANHÃO et al., 2003, p. 520).

Segundo Reis e Nascimento (2004) as argamassas de ancoragem mecânica são indicadas para assentamento de materiais porosos e argamassas de ancoragem química são indicadas para cerâmicas e substratos lisos e polidos e/ou que não absorvem água.

A área de revestimentos cerâmicos tem carências de normas, tanto na avaliação das propriedades mecânicas deles quanto nas especificações para os processos de assentamento, responsáveis pelo desempenho e durabilidade de paredes e pisos revestidos com cerâmicas. (ROMAN et al., 2001, p. 111).

A norma brasileira prevê a realização de ensaios de arrancamento à tração para avaliação da resistência de sistemas de revestimento. No entanto, sabe-se que as principais tensões atuantes nas interfaces dos sistemas são tensões de cisalhamento. Além disso, a variabilidade dos ensaios de tração é bastante alta e o número de ensaios necessários para a obtenção de resultados significativos torna-se elevado. (ROMAN et al., 2001, p. 118).

“Pode-se observar que, com exceção de um conjunto de ensaios, a variação dos testes de cisalhamento foi significativamente menor do que as obtidas com os ensaios de arrancamento.” (ROMAN et al., 2001, p. 121).

A correta especificação da Argamassa Colante é fundamental para a qualidade do sistema de revestimento, Maranhão et al. (2003) verificaram que há influência na resistência à aderência do tipo de revestimento e do tipo de argamassa colante, evidenciando a necessidade de se especificar corretamente os materiais envolvidos no sistema, tanto a argamassa colante como o próprio revestimento, com base nas características intrínsecas de cada um deles, com conhecimento, sobretudo, da sua interação. “O conhecimento de propriedades como resistência de aderência, capacidade de retenção e de absorção de água, entre outras, são muito importantes para a especificação dos materiais e dos procedimentos de execução.” (MARANHÃO et al., 2003, p. 528).

Para especificar a argamassa colante devem ser considerados os seguintes aspectos:

Argamassa Colante Industrializada Tipo I – Com características de resistência às solicitações mecânicas e termohigrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais (tempo em aberto: 10min.).

Argamassa Colante Industrializada Tipo II – Com características de adesividade e flexibilidade que permitam absorver os esforços existentes em

revestimentos de pisos e paredes externas decorrentes de ciclos de flutuação térmica e higrotérmica, da ação da chuva e/ou vento, da ação de cargas como as decorrentes do movimento de pedestres em áreas públicas e de máquinas ou equipamentos leves sobre rodízios não metálicos (tempo em aberto: 20min.).

Argamassa Colante Industrializada Tipo III – Que apresente propriedades de modo a resistir a altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/adetivo e placa cerâmica /adesiva juntamente com uma aderência superior entre as interfaces em relação às argamassas dos tipos I e II (tempo em aberto: 20min.).

Argamassa Colante Industrializada Tipo III-E – Características similares ao tipo III, com tempo estendido.

Conforme as normas NBR 13753, 13754 e 13755, o assentamento das placas cerâmicas só deve ocorrer após um mínimo de cura da base de 7 dias sobre o contrapiso, em pisos internos e externos;

## 2.6 PROBLEMAS EXISTENTES

É comum, na análise de casos de descolamento de revestimentos aderidos, a predominância de ruptura na interface entre o revestimento e a camada da argamassa de fixação. Maranhão et al. (2003) avaliou a influência da argamassa colante e do revestimento na resistência à aderência, utilizando três diferentes tipos de revestimentos (cerâmica semi-grés, porcelanato e granito) e três tipos de argamassas colantes (ACI, ACII e ACIII).

Os cuidados para evitar a ocorrência de descolamento de placas de revestimento cerâmico devem envolver a análise dos seguintes aspectos, tidos como sendo os mais relevantes: mecanismos de ancoragem, entre os diferentes componentes, absorção e sucção de água do revestimento, capacidade de retenção de água da argamassa colante, extensão de aderência, entre outros. (MARANHÃO et al., 2003, p. 520).

Quanto maior a área de contato entre o revestimento e a argamassa colante, maior deverá ser a força para provocar o descolamento.

Os fatores influentes para a obtenção de uma adequada extensão de aderência estão ligados principalmente aos procedimentos de produção. A técnica de assentamento empregada com a utilização de desempenadeira dentada para estender a argamassa de assentamento na base para posterior colocação de revestimento requer uma série de cuidados para evitar o surgimento de vazios de preenchimento. (MARANHÃO et al., 2003, p. 521).

Neste caso, é fundamental que a espessura dos cordões formados seja suficiente para preencher todo o verso da placa após a prensagem. Para isso, é necessário que os dentes da desempenadeira estejam com espessura mínima de 6mm, a compactação das placas seja o mais eficiente possível, preferencialmente por meio de percussão com martelo de borracha, e o tempo de espalhamento da argamassa esteja de acordo com as condições ambientais do local e com a sua especificação. A reologia da argamassa utilizada também tem influencia, uma vez que a sua trabalhabilidade é determinante no tocante à facilidade de espalhamento da argamassa e conseqüente incremento na sua extensão de aderência. (MARANHÃO et al., 2003, p. 521-522).

A limpeza da superfície a ser aderida, também deve ser considerada. A presença de engobe de muratura no tardo das placas cerâmicas é comum, o qual é um talco branco utilizado para evitar a aderência da placa aos rolos do forno durante o processo de queima do biscoito. “Mesmo procedendo a limpeza com água, lixamento, etc., boa parte deste material não consegue ser removida, gerando, com isso, regiões nas quais a ancoragem mecânica da argamassa fica comprometida.” (MARANHÃO et al., 2003, p. 522).

A perda de aderência pode ser originada por um processo de fadiga lenta e gradual que se processa nas diversas camadas devido a esforços de natureza cíclica ou por uma sobrecarga. Os ciclos de temperatura e umidade a que estão submetidas, especialmente as paredes de fachada, são responsáveis pela diminuição ou perda de aderência. (ROMAN et al., 2003).



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O trabalho surgiu a partir da oportunidade de avaliar a viabilidade e a produtividade do assentamento de revestimentos cerâmicos, com a aplicação de duas técnicas distintas, ou seja, uma técnica convencional de assentamento de revestimentos cerâmicos e outra técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos no qual foram utilizadas máquinas e ferramentas criadas para esta finalidade.

Neste tipo de pesquisa os dados comparativos entre diferentes técnicas construtivas são complexos, devido ao setor não apresentar um produto único e uma técnica definida. As cerâmicas encontradas no mercado são de qualidade diferenciada quanto à resistência, absorção de umidade, acabamento e tamanho. Existe também uma variedade muito grande de tipos de argamassas e sua especificação adequada se dá em função das características de umidade, variação de temperatura e características da superfície a ser revestida.

Buscou-se a oportunidade de encontrar em uma única obra a possibilidade de aplicar duas técnicas de assentamento de revestimentos cerâmicos, em um período que permitisse o acompanhamento e a coleta completa dos dados para a pesquisa proposta.

Na região de Chapecó existem várias empresas construtoras que administram e gerenciam obras de porte necessário para esta pesquisa. Por se tratar de um estudo comparativo necessitou-se de uma obra de médio ou grande porte que permitisse a observação da aplicação de duas técnicas analisadas.

Foram escolhidas 10 construtoras na pré-seleção. A primeira iniciativa foi a entrega de um ofício junto com o formulário, direcionado ao responsável pela

empresa, com a proposta do trabalho. A construtora deveria autorizar a realização da coleta de dados em uma obra que atendesse os requisitos da pesquisa. O formulário para a coleta de dados, encaminhado às construtoras, para a definição da obra a ser pesquisada está no apêndice.

No formulário entregue às construtoras buscou-se uma empresa com planejamento da entrega da obra, pois a pesquisa também tinha prazo para ser desenvolvida. Deveria ser uma obra em que estivesse previsto o assentamento de revestimentos cerâmicos e aceitassem a introdução das máquinas e ferramentas propostas na técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos. A empresa deveria ter também um quadro de funcionários fixo.

Uma empresa foi selecionada por atender todos os requisitos, especialmente em relação ao prazo para realizar toda a pesquisa proposta. A construtora possibilitou o livre acesso à obra para a coleta de dados necessários para esta pesquisa, assim como o apoio e acompanhamento dos engenheiros responsáveis pela obra.

Esta construtora foi fundada há 25 anos, atua sempre no segmento de construção e incorporação com recursos próprios de imóveis comerciais e residenciais. Segundo a classificação do SINDUSCON-Chapecó, esta construtora é considerada de grande porte, com aproximadamente 100 obras executadas. A empresa optou em manter em seu quadro de funcionários os operários que trabalham nas obras ao invés de terceirizar esta etapa da construção, pois entende que assim consegue garantir a uniformidade do serviço executado.

Nestes 25 anos, a empresa já construiu e entregou a seus clientes 80.000 m<sup>2</sup> de obras residenciais e comerciais, com um ótimo padrão construtivo e de acabamento.

Preparando-se para atuar em mercados mais competitivos, iniciou em dezembro de 2001 a implantação do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – Construtoras (SIQ – Construtoras).

A empresa está comprometida com a qualidade da obra, tendo responsabilidade com o cumprimento dos prazos, segurança e integridade dos funcionários.

No momento da pesquisa a Construtora estava com três empreendimentos em andamento. O edifício selecionado está localizado no centro de Chapecó, com área total de 7.506,48 m<sup>2</sup>, possui um subsolo de garagem, no pavimento térreo salas

comerciais, hall de entrada com elevador e salão de festas, e prazo de entrega para junho de 2006. Terá 30 unidades, sendo que os apartamentos são de suíte mais dois quartos, instalação de água quente e churrasqueira nas sacadas. A planta do pavimento tipo pode ser vista na Figura 1.

Os dados foram coletados nos apartamentos de final 1 e 3, na sala de estar e jantar ( $A=44,22 \text{ m}^2$ ), na área de circulação dos pavimentos tipo ( $A=.22,30\text{m}^2$ ) e nas garagens ( $A=12,50\text{m}^2$ ). (Figuras 2,3 e 4).

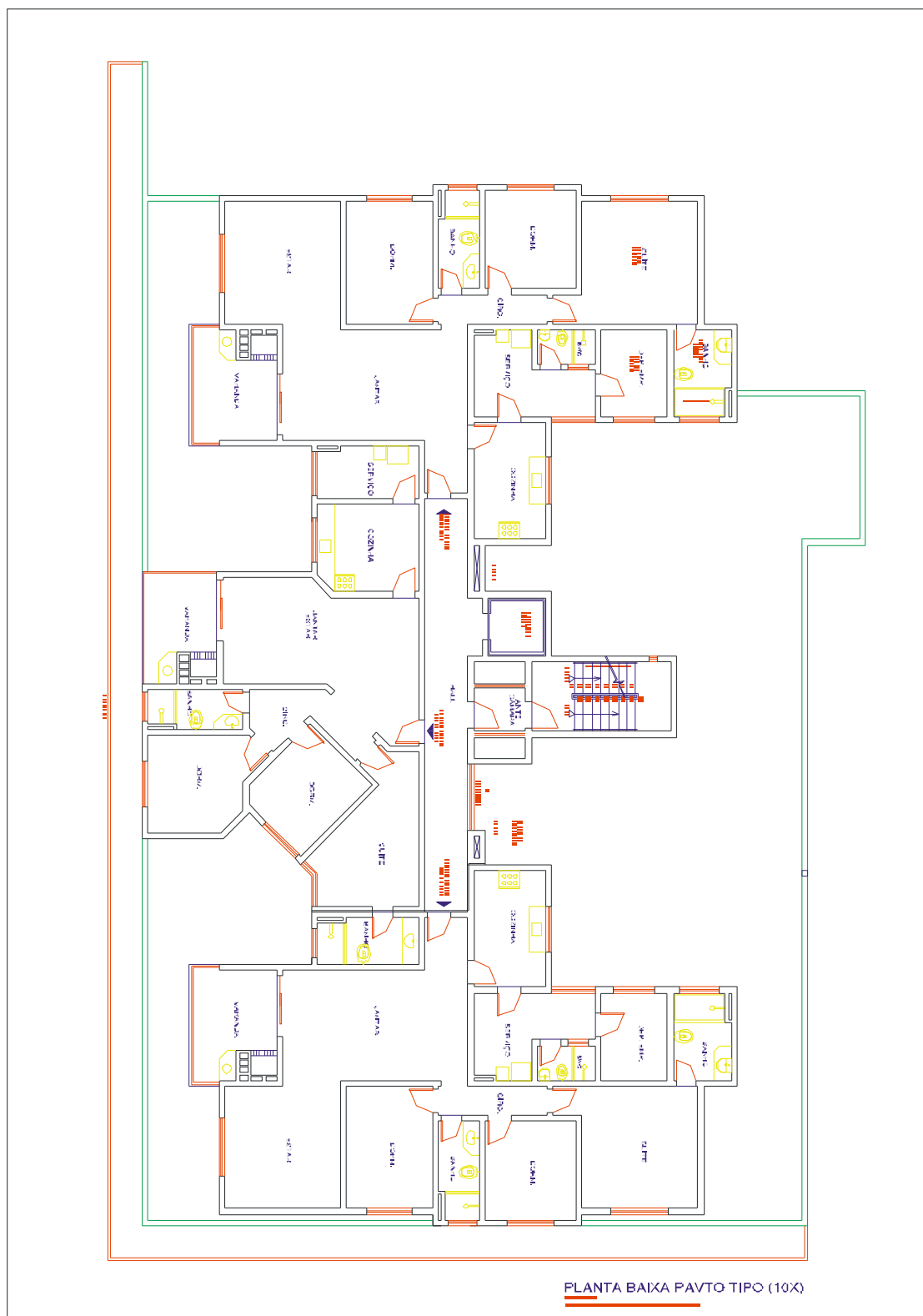


Figura 1 - Planta baixa do edifício.  
Fonte: Construtora

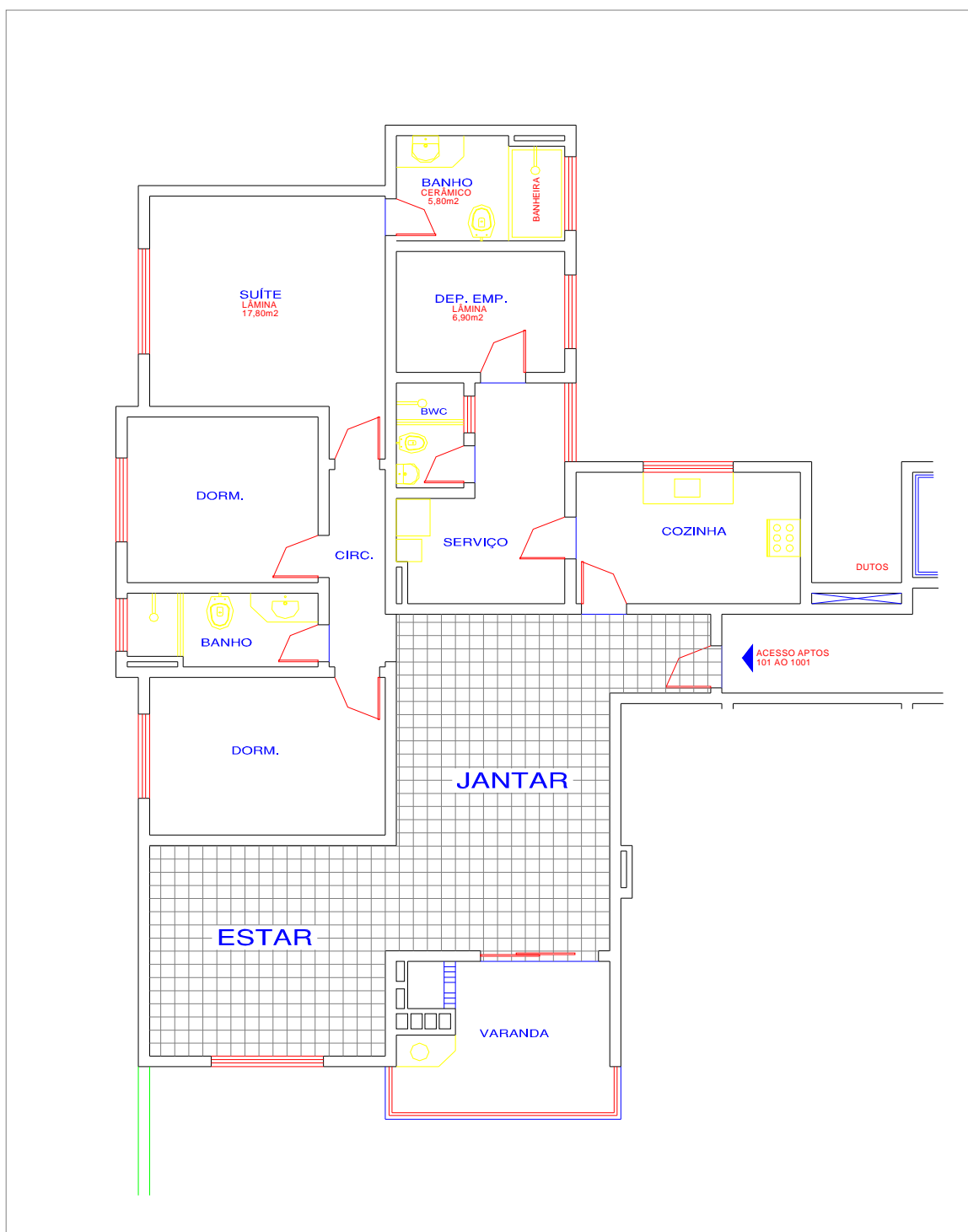


Figura 2 - Planta baixa dos apartamentos 101 a 1001.  
Fonte: Construtora

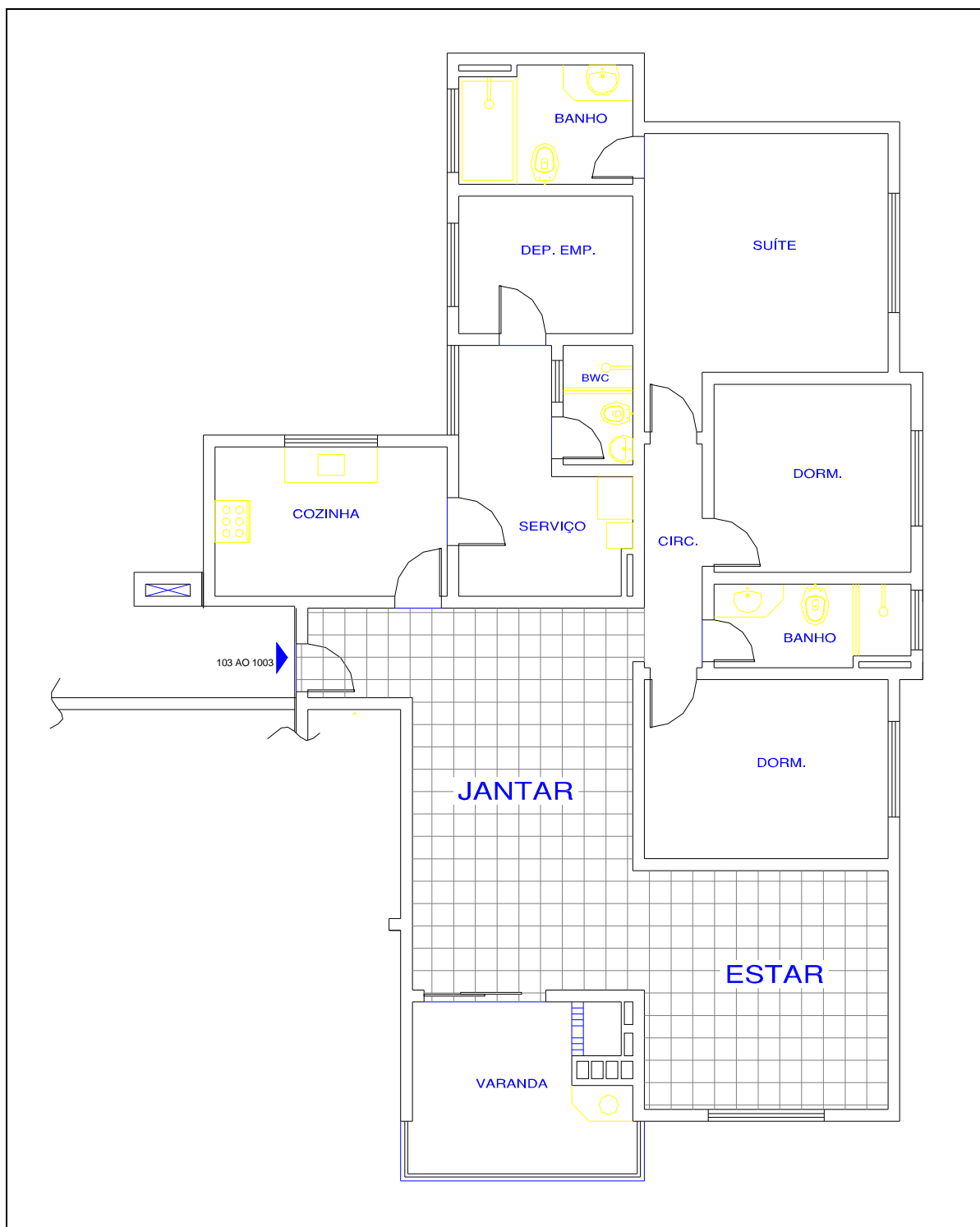


Figura 3 - Planta baixa dos apartamentos 103 a 1003.

Fonte: Construtora

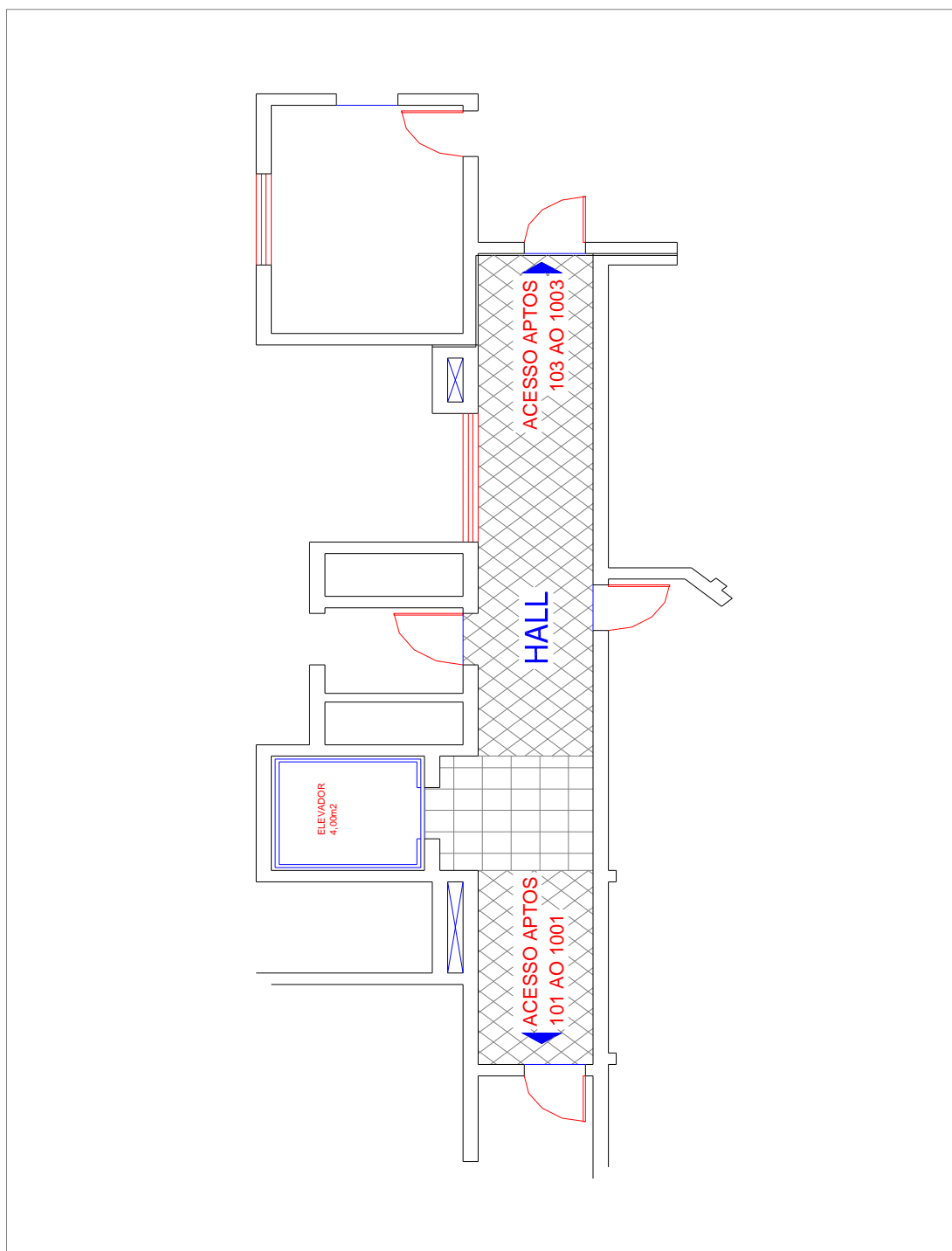


Figura 4 - Planta baixa da área de circulação dos pavimentos 1º ao 10º.  
Fonte: Construtora

### 3.2 FORMA E TIPO DE DADOS COLETADOS

No trabalho realizou-se o comparativo de consumo de materiais utilizados, o tempo necessário de cada etapa e a viabilidade de aplicar as duas técnicas de assentamento de revestimentos cerâmicos.

Para registrar os dados coletados montou-se uma planilha, pois se entendeu que seria a melhor maneira de visualizar e registrar as informações. Através desta planilha foram coletados e registrados os dados de cada etapa de ambas as técnicas. Os modelos das planilhas para a coleta de dados do assentamento e rejuntamento cerâmico estão nos apêndices.

Para a realização deste estudo foram coletados dados em todos os apartamentos de final 3, (103 a 903), em 50% dos corredores e parte das garagens observando o assentamento de revestimentos cerâmicos utilizando-se a técnica convencional de aplicação de cerâmicas.

Também foram coletados os dados em todos os apartamentos de final 1, (101 a 901), em 50% dos corredores e parte das garagens observando o assentamento dos revestimentos cerâmicos utilizando-se a técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos com as máquinas e ferramentas propostas.

Nos apartamentos, a coleta de dados foi realizada na sala, além dos dados coletados na circulação dos pavimentos tipo e na garagem. É importante ressaltar que em cada ambiente foi utilizado um tipo de cerâmica diferente, da seguinte forma:

- No piso da sala foi utilizada cerâmica grés retificada - 400x400mm;
- No piso da área de circulação foi utilizada cerâmica grés porcelanato - 410x410mm;
- No piso da garagem foi utilizada cerâmica grés comercial - 300x300mm.

A coleta dos dados teve início em junho de 2005 e terminou em janeiro de 2006. Em um primeiro momento apresentou-se a proposta do estudo, porém omitiu-se dos funcionários que trabalham com o assentamento de revestimentos cerâmicos que no decorrer do desenvolvimento da pesquisa seriam inseridas máquinas e ferramentas propostas, que provocariam mudanças na técnica de assentamento de



revestimento cerâmico. Esta decisão foi tomada para garantir que os dados coletados na primeira etapa fossem reais e não sofressem nenhum tipo de influência.

Durante o assentamento de revestimentos cerâmicos foram observados os seguintes itens:

- Tipo da cerâmica (mm);
- Tempo de limpeza do ambiente (minutos/m<sup>2</sup>);
- Tempo de preparo argamassa colante (minutos/kg);
- Tempo de aplicação da argamassa colante (minutos/m<sup>2</sup>);
- Tempo de aplicação da cerâmica (minutos/m<sup>2</sup>);
- Quantidade de argamassa colante (kg/m<sup>2</sup>);
- Tempo para realizar os recortes nas peças cerâmicas (minutos/ambiente);
- Quantidade refugos ou sobras (kg/ambiente).

No momento da aplicação do rejunte no piso cerâmico foram observados os seguintes itens:

- Tamanho da fuga (mm);
- Tipo da cerâmica (mm);
- Tempo de limpeza do ambiente (minutos/m<sup>2</sup>);
- Tempo de preparo do rejunte (minutos/kg);
- Tempo de aplicação do rejunte (minutos/m<sup>2</sup>);
- Quantidade de rejunte (kg/m<sup>2</sup>);
- Tempo de limpeza final (minutos/m<sup>2</sup>);

Houve uma grande variação de temperatura entre as duas etapas da coleta de dados e períodos com chuvas intensas, embora ciente das influências das variações de temperatura e umidade, este fator não foi foco desta pesquisa.

### 3.3 TÉCNICA CONVENCIONAL PARA ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

A primeira etapa da pesquisa foi realizada com as máquinas e ferramentas tradicionais utilizadas pela construtora. Inicialmente observou-se como se deu o

assentamento de revestimentos cerâmicos, de acordo com a técnica convencional adotada pela construtora.

Os equipamentos utilizados são os convencionalmente adotados para este fim, descritos no manual da construtora, conforme Tabela 1, que podem ser vistos na Figura 5.

Tabela 1 - Procedimentos para o assentamento de revestimentos cerâmicos pela técnica convencional.

Materiais	Ferramentas		EPI
Placa cerâmica Argamassa colante Água	Colher de pedreiro Desempenadeira dentada Trena	Caixa de argamassa Linha de nylon Makita e máquina de cortar cerâmica	Capacete Botina Uniforme Luvas de látex
ASSENTAMENTO			
Condições para início do serviço	Assegurar as condições ideais do contrapiso e adequação dos caimentos (1% a 3%) e rebaixos, se o local está limpo e sem fatores que prejudiquem a aderência da argamassa colante. Avaliar se o lote de peças cerâmicas é uniforme (especial atenção quanto à tonalidade) e suficiente para a execução do serviço. Checar a existência de argamassa colante ou convencional e preparar quantidade suficiente para, no máximo, duas horas de assentamento.		
Planejamento para o assentamento	Em área externas (ex.: terraços), verificar a necessidade de juntas de dilatação de 8 mm a 12 mm, para superfícies maiores que 50 m² ou com dimensão superior a 12 m. Em áreas internas, executar junta de dilatação para superfícies maiores que 100 m². As juntas entre as peças no piso deverão ser de, no mínimo, 5 mm. Devem ser utilizados espaçadores de acordo com a espessura da junta. Programar os cortes das peças e a ordem de assentamento com o auxílio do encarregado, mestre ou engenheiro.		
Assentamento com argamassa colante	Deve ficar claro que não é necessário molhar o piso e nem as peças cerâmicas. Ambos devem estar secos e limpos (isentos de poeira). Iniciar o assentamento em 45° ou 90°, com o auxílio de linhas, passando a argamassa colante no piso, numa área correspondente a um fiada de peças cerâmicas ou de acordo com o tempo de pega da argamassa. Aplicar a massa com desempenadeira dentada de 10mm, para que a argamassa fique numa espessura de 2mm a 4mm. Para um melhor assentamento bater nas peças com um martelo de borracha.		
Continua.			
Continuação.			
Assentamento com argamassa convencional	É necessário molhar o piso e as peças cerâmicas. Iniciar o assentamento em 45° ou 90°, com o auxílio de linhas, passando a argamassa convencional no piso, numa área correspondente a um fiada de peças cerâmicas. Molhar a superfície, polvilhar com pó de cimento e assentar a cerâmica com o auxílio de um martelo de borracha.		
Desvios geométrica e regularidade	Ao final da fiada, checar a planicidade com a régua de alumínio. Observar se não existe dentes sobressalentes.		
Anotação da produção diária	Marcar no cartão de produção pessoal as dimensões dos pisos cerâmicos assentados durante o dia (Ex.: 1,30x 10,70 + 0,50x 0,90) ou o nome do local assentado previamente medido (Ex.: cozinha do ap. 302).		
REJUNTAMENTO			
Rejuntamento	Limpar as juntas para retirar toda a sujeira. Realizar o rejuntamento, no mínimo, após 24 horas da colocação do piso com rodo de borracha após umedecimento das juntas. Limpar com esponja molhada após 15 min da aplicação do mesmo e um intervalo de mais 15 min para a limpeza após frissamento com auxílio de pano seco. Verificar as falhas de limpeza e rejuntamento e liberar a peça.		
Normas para Consulta			
NBR 13753 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento			

Fonte: Construtora

As máquinas e equipamentos apresentados abaixo, são normalmente utilizados pela construtora para o assentamento de pisos cerâmicos.

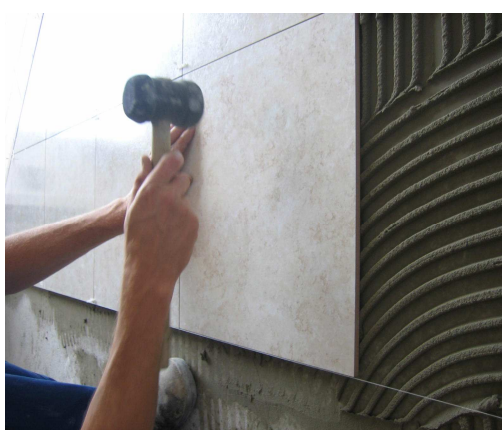
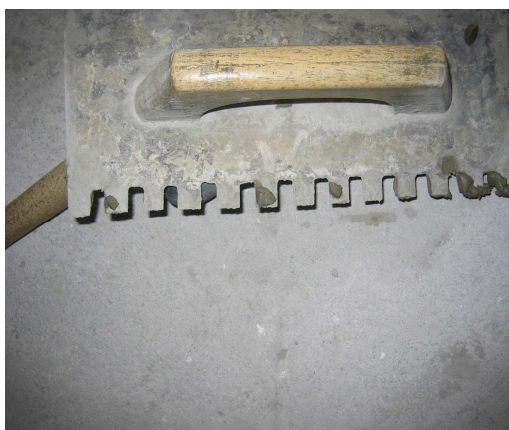






Figura 5 – Máquinas e ferramentas utilizadas na técnica convencional  
Fonte: Autora.

Para iniciar o assentamento do revestimento cerâmico, deve-se conferir o nivelamento do contrapiso, algumas irregularidades são corrigidas durante o assentamento. Observou-se que esta correção foi feita com a própria argamassa colante. Esse procedimento de correção de irregularidades do contrapiso pode ser considerado um erro de execução, pois a utilização da argamassa colante industrializada para essa correção significa um aumento de custos desnecessário.

Na técnica convencional foi observado o uso da enxada para fazer a mistura da argamassa colante e a mistura foi feita no carrinho-de-mão (metálico) resultando

numa massa não homogênea, além disso, esses equipamentos são utilizados para diversas atividades e pela falta de cuidados com a limpeza pode haver resíduos de outros materiais.

São necessários alguns cuidados relacionados à qualidade e manutenção das ferramentas utilizadas, como a vassoura desgastada e o desgaste dos dentes da desempenadeira, que podem influenciar na qualidade do trabalho realizado.

Para o corte de peças em ângulo, utiliza-se a trena para transferir as medidas para a cerâmica. Esta técnica acaba gerando erros na transferência dos ângulos para a cerâmica, conseqüentemente o corte das peças é impreciso e a qualidade no acabamento da cerâmica colocada fica comprometida.

A mão-de-obra é capacitada, os funcionários, com idade média de 23 a 35 anos têm em torno de 4 a 10 anos de experiência no assentamento de revestimentos cerâmicos e rejuntamento. A equipe é composta de 6 (seis) pessoas, onde cada uma tem capacidade de desenvolver qualquer tipo de trabalho.

Os funcionários estavam curiosos em relação a vários aspectos da pesquisa, como, por exemplo, os dados a serem coletados, tempos de cada etapa, quantidade de material por m<sup>2</sup>, etc. No dia a dia, eles se mostravam muito curiosos e sempre solicitavam que se apresentasse algum dado do ambiente onde eles estavam trabalhando.

### 3.4 TÉCNICA PROPOSTA PARA ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

Busca-se avaliar aqui a técnica que visa à racionalização do assentamento de revestimentos cerâmicos, a melhora da qualidade da obra e o aumento da produtividade, através do uso de máquinas e ferramentas mais eficientes e ergonômicas, que facilitam o trabalho e diminuem o tempo de execução das atividades.

O primeiro passo foi apresentar as máquinas e ferramentas propostas para o assentamento de revestimentos cerâmicos e rejunte para os funcionários da obra.

Foi realizada demonstração técnica de cada máquina e equipamento e em seguida realizado um treinamento prático da utilização das mesmas.

Durante o treinamento surgiram várias dúvidas, que foram sanadas no decorrer da apresentação.

Os operários ficaram surpresos com a simplicidade e praticidade das máquinas e ferramentas propostas, ansiosos para ver como seria o resultado final. Durante a prática a surpresa foi ainda maior, todos participaram para comprovar que a simplicidade de utilização das mesmas é real.

O resultado do trabalho foi positivo e surgiram comentários como:

“Agora vou fazer algum serviço fora do horário (é só guardar um dinheirinho para comprar este equipamento)”.

“Acho que vou perder o emprego, pois esta máquina faz o meu trabalho.”

### 3.4.1 Descrição das máquinas e ferramentas propostas

As máquinas e ferramentas usadas para o assentamento de revestimentos cerâmicos são descritas abaixo.

#### a) Ventosa (Processo manual)

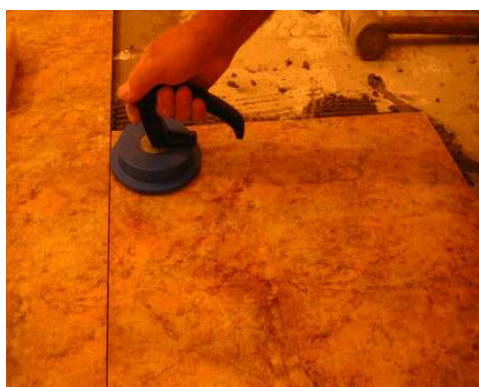


Figura 6 – Ventosa.

Fonte: Autora.

Ventosa	Descrição	Possui cabo anatômico, sua base é constituída de PVC injetado, com capacidade de suportar até 40 kg.
	Aplicação	Auxilia no manuseio de cerâmicas, a aplicação de peças em todas as posições.
	Vantagens	Evita desperdício pela redução da quebra de peças. É de fácil manuseio, garantindo a fixação das peças por vácuo.

Tabela 2 – Ventosa

Fonte: Autora.

## b) Marcador de cerâmicas (copiador de ângulos)



Figura 7 – Medição no ângulo e marcação do ângulo na peça cerâmica.

Fonte: Autora.

Marcador de cerâmicas (copiador de ângulos)	Descrição	Totalmente em aço carbono galvanizado, copia as dimensões dos lados onde a cerâmica será assentada.
	Aplicação	Posiciona-se o “marcador” no espaço onde será assentado a cerâmica, o mesmo deve ser ajustado de forma a medir o ângulo do espaço e suas dimensões. Após, ajustar as duas borboletas de aperto do marcador para transferir as medidas para a peça cerâmica que será cortada.
	Vantagens	Permite copiar ângulos (parede/piso) de 0° a 90° com rapidez e precisão, possibilitando trabalhar em ambientes úmidos. É de fácil manuseio e aplicabilidade.

Tabela 3– Marcador de cerâmicas (copiador de ângulos)

Fonte: Autora



c) Batedor de argamassa colante, cola, rejunte (misturador multiuso).



Figura 8 – Batedor de argamassa

Fonte: Autora.

Batedor de argamassa	Descrição	Totalmente em aço carbono galvanizado. Aplicável em furadeira industrial. O batedor foi desenvolvido com um ângulo de 5° na parte inferior, possibilitando um maior contato com o recipiente em que esta trabalhando para realizar a mistura.
	Aplicação	Projetado para realizar a mistura da argamassa e ou rejunte, possibilitando uma homogeneidade perfeita dos aditivos, em menores tempos.
	Vantagens	Agilizar o trabalho e melhora a homogeneidade do material.

Tabela 4– Batedor de argamassa

Fonte: Autora.

d) Martelo de borracha (Processo manual para aplicar cerâmica)



Figura 9 – Martelo de borracha branca

Fonte: Autora.

Martelo de borracha branca	Descrição	O corpo do martelo (batente) é de borracha pigmentada, na cor branca (para evitar marcar a cerâmica).
	Aplicação	Utiliza-se para ajustar alturas, esquadro das peças cerâmicas.
	Vantagens	Não marca as cerâmicas; Leveza; Durabilidade.

Tabela 5– Martelo de borracha branca

Fonte: Autora.

## e) Cortador de cerâmicas

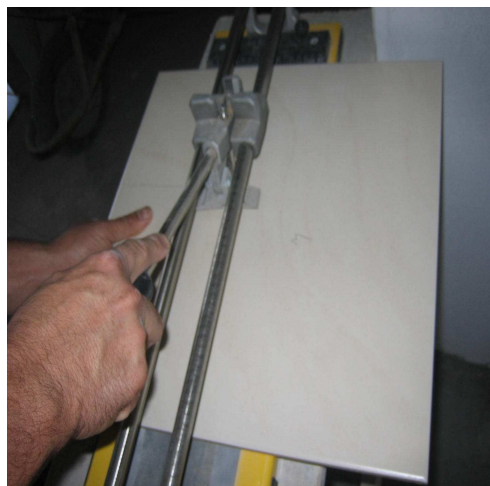
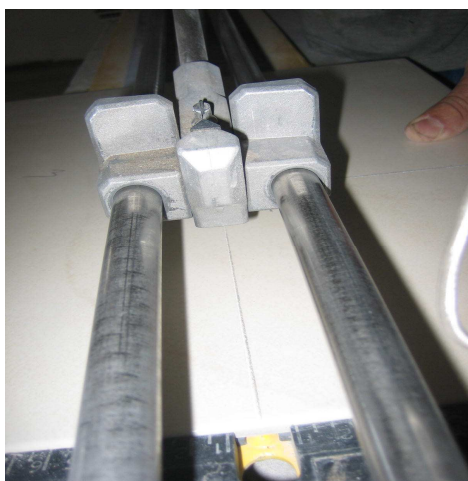


Figura 10 – Cortador de cerâmica  
Fonte: Autora.

Cortador de cerâmica	Descrição	Equipamento com base em aço carbono galvanizado, os suportes em alumínio fundido, as hastes de direção em aço inox, as peças do limitador são em aço carbono, e, as corrediças são em tubo aço carbono diâmetro externo=18mm, com parede=3mm, tratado com cromagem dura, igual ao pistão hidráulico.
	Aplicação	Corta pisos e azulejos de até 70cm. Efetua cortes em ângulos de 45° e 90°. Efetua cortes em série usando o limitador.
	Vantagens	- Maior eficiência no corte. - Melhora a qualidade no acabamento (evita dentes na cerâmica).

Tabela 6– Cortador de cerâmica  
Fonte: Autora.

## f) Batedor de argamassa (misturador Industrial)



Figura 11 – Batedor de argamassa (misturador industrial)

Fonte: Autora.

Batedor de argamassa (misturador industrial)	Descrição	<p>Equipamento todo em aço carbono galvanizado.</p> <p>Motor elétrico de 1,0CV, este é móvel, com guias direcionadores para uso e descanso.</p> <p>Possui roldanas de nylon para deslocamento em toda a obra.</p> <p>O batedor apresenta um ângulo de 2º na parte inferior, possibilitando um maior contato com o recipiente em que esta trabalhando para realizar a mistura, raspando rente o fundo.</p>
	Aplicação	<p>Desenvolvido para misturar argamassa, colas, rejuntas... com quantidades de até 20 litros,</p> <p>Técnica de preparo da argamassa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Adicionar água em um balde, conforme especificação do fabricante.</li> <li>2- Adicionar a argamassa no balde.</li> <li>3- Levar o balde até o suporte do batedor.</li> <li>4- Descer o motor com o misturador até a posição de trabalho.</li> <li>5- Ligar o motor deixando bater por 1,5 minutos.</li> <li>6- Retirar o balde com a massa já misturada e deixa-la descansar por aproximadamente 15 minutos.</li> <li>7- Após 15 minutos volte a bater a argamassa por mais 30 segundos.</li> <li>8- A argamassa está pronta para ser usada.</li> </ol>
	Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogeneidade perfeita dos aditivos.</li> <li>- Rapidez</li> <li>- Maior capacidade de trabalho.</li> </ul>

Tabela 7– Batedor de argamassa (misturador industrial)

Fonte: Autora.

## g) Suporte para embalagens (balde)



Figura 12 – Suporte para embalagens

Fonte: Autora.

Suporte para embalagens	Descrição	Suporte em aço carbono galvanizado, com roldanas em nylon, com giro 360°. Capacidade para embalagens de até 20Kg.
	Aplicação	Utilizado para transportes de vasilhames com materiais (argamassa, rejunte...)
	Vantagens	Possibilita deslocamento para qualquer local. Evita acidentes que levam ao desperdício. Diminui o esforço humano.

Tabela 8– Suporte para embalagens

Fonte: Autora.



h) Aplicador contínuo de argamassa sobre piso



Figura 13 – Aplicador contínuo de argamassa colante  
Fonte: Autora.

Aplicador contínuo de argamassa sobre piso	Descrição	<p>Equipamento todo em aço carbono galvanizado.</p> <p>Possui regulagem para a quantidade de argamassa a ser aplicada.</p> <p>Disponível em 3 modelos com diferentes capacidades:</p> <p>1º modelo - Dimensões: 400x1000x250mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de 30Kg.</li> <li>- Para aplicar cerâmicas de 400 x 400mm.</li> <li>- Rendimento: 5,8kg/m<sup>2</sup> (considerando que o contra-piso esteja com planicidade aceitável);</li> </ul> <p>2º modelo - Dimensões: 500x1000x250mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de 40Kg.</li> <li>- Para aplicar cerâmicas de 500 x 500mm.</li> <li>- Rendimento: 5,8kg/m<sup>2</sup> (considerando que o contra-piso esteja com planicidade aceitável);</li> </ul> <p>3º modelo - Dimensões: 600x1000x250mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de 50Kg.</li> <li>- Para aplicar cerâmicas de 600 x 600mm.</li> <li>- Rendimento: 5,8kg/m<sup>2</sup> (considerando que o contra-piso esteja com planicidade aceitável);</li> </ul> <p>OBS: utilizar espátula dentada de 9 x 9mm, a qual determina a quantidade de argamassa distribuída;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidade de aplicação: 0,33 m/seg.</li> </ul> <p>O “carrinho aplicador de argamassa”, quando aplicando a argamassa, auto-nivela o piso onde será aplicada a cerâmica.</p>
	Aplicação	<p>Desenvolvido para aplicar argamassa uniformemente em grandes áreas.</p> <p>Técnica para o assentamento da argamassa colante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Considerar que as linhas (linha de nylon) de alinhamento já estão determinadas.</li> <li>2- Posicionar o “carrinho” no início da paginação.</li> <li>3- Carregar com a argamassa já preparada.</li> <li>4- Abrir a comporta de argamassa.</li> <li>5- Iniciar o movimento de puxar o “carrinho” no local já determinado (até acabar a argamassa e ou até acabar o espaço).</li> <li>6- Fechar a comporta para retomar nova posição e ou recarregar.</li> <li>7- Utilizando um carrinho de transporte de cerâmicas, posicionar próximo ao local de colocação das cerâmicas.</li> <li>8- posicionar as cerâmicas manualmente sobre a argamassa já aplicada.</li> <li>9- Posicionar próximo ao local do assentamento do revestimento cerâmico.</li> </ol>
	Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribui a argamassa de forma uniforme;</li> <li>- Agiliza a técnica de aplicação da argamassa;</li> <li>- Evita desperdício;</li> </ul>

Tabela 9– Aplicador contínuo de argamassa sobre piso

Fonte: Autora.

## i) Carrinho de transporte de cerâmicas



Figura 14 –Carrinho para transporte de cerâmicas  
Fonte: Autora.

Carrinho de transporte de cerâmicas	Descrição	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Em aço carbono-pintado</li> <li>- Possui duas rodas dianteiras de borracha maciça.</li> <li>- Possui duas rodas posicionadas na haste-apoio.</li> <li>- Capacidade: cerâmica 40 x 40= aproximadamente 60un.</li> </ul>
	Aplicação	O operário pega cada cerâmica manualmente do “carrinho de transporte de cerâmicas” e aplica sobre a argamassa já espalhada.
	Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As cerâmicas não ficam espalhadas na obra.</li> <li>- O operário é menos exigido ergonomicamente.</li> </ul>

Tabela 10– Carrinho de transporte de cerâmicas  
Fonte: Autora.

## j) Vibrador e nivelador de cerâmicas (Vibrador e nivelador aplicado sobre o piso)





Figura 15 – Utilização do nivelador de cerâmicas  
Fonte: Autora.

Vibrador e nivelador de cerâmicas (Vibrador e nivelador aplicado sobre o piso)	Descrição	<p>Equipamento em aço carbono.</p> <p>Haste direcionadora móvel (cabo).</p> <p>Base apoiada em Roldanas de nylon.</p> <p>As roldanas distribuídas uniformemente na sua base, pois as mesmas farão o alinhamento e nivelando as cerâmicas.</p> <p>Motor elétrico 0,5CV.</p> <p>O motor elétrico fará a vibração equilibrada de toda a máquina sobre as cerâmicas.</p>
	Aplicação	<p>1- Após as cerâmicas estarem distribuídas sobre a argamassa colante, inicia a etapa de vibração sobre as placas cerâmicas.</p> <p>2- Um 1º funcionário direciona o Vibrador, puxando-o sobre as cerâmicas recém posicionadas.</p> <p>3- O vibrador deve ser puxado lentamente 0,2 m/seg. (a máquina tem largura de 600 mm x 1000 mm).</p> <p>4- Após a vibração das cerâmicas, será colocado o separador (conforme já determinado tamanho) entre as cerâmicas.</p> <p>5- Para finalizar o assentamento é importante a ajuste do alinhamento das cerâmicas, este é realizado com o auxílio de uma haste com ponta de borracha.</p> <p>6- A conferência do alinhamento é realizada apenas para ajuste de algumas peças se necessário.</p>
	Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As peças cerâmicas ficam no alinhamento e nivelamento desejado.</li> <li>- Agiliza a etapa de alinhamento e nivelamento das cerâmicas;</li> <li>- Melhora a qualidade final do assentamento.</li> </ul>

Tabela 11– Vibrador e nivelador de cerâmicas (Vibrador e nivelador aplicado sobre o piso)  
Fonte: Autora.



### 3.4.2 Descrição da técnica proposta para assentamento de revestimento cerâmico

Os materiais utilizados nesta técnica são os mesmos, ou seja, a cerâmica, a argamassa colante e o rejunte. As máquinas e ferramentas utilizadas estão descritas no item anterior.

O primeiro passo desta técnica é assegurar-se das condições ideais do contrapiso e adequação dos caimentos (1% a 3%) e rebaixos. A superfície para o assentamento do piso cerâmico deverá estar bem limpa, sem poeira e/ou outras partículas soltas, ou qualquer outro fator que possa prejudicar a aderência da argamassa colante. Após a limpeza, a superfície deve ser umedecida com um pincel grande (brocha).

Avalia-se o lote de peças cerâmicas verificando se é uniforme, observa-se principalmente a tonalidade, esquadro e cantos quebrados, além da quantidade, se é suficiente para a execução do serviço.

Utiliza-se o “Marcador de Cerâmicas” para copiar ângulos (parede/piso) de 0° a 90° com rapidez e precisão. Este procedimento é realizado da seguinte forma: posiciona-se o “Marcador de Cerâmicas” no espaço onde será assentado o revestimento cerâmico, ajustando-o de forma a medir o ângulo do espaço e suas dimensões. Após, ajusta-se as duas borboletas de aperto do marcador para transferir as medidas para a peça cerâmica que será cortada. No momento do corte utiliza-se o “Cortador de Cerâmicas” para efetuar cortes em ângulos de 45° e 90°.

No preparo da argamassa utiliza-se o “Batedor de Argamassa (misturador Industrial)”, realizando a técnica da seguinte maneira:

- 1 - Adiciona-se a água no balde, conforme a especificação do fabricante;
- 2 - Acrescenta-se a argamassa no balde;
- 3 - Leva-se o balde até o suporte do misturador;
- 4 - O motor com o batedor deve descer até a posição de trabalho;
- 5 - Liga-se o motor deixando bater por 1,5 minutos;
- 6- Retira-se o balde com a argamassa já batida e deixa-o descansar por aproximadamente 15 minutos;

7- Após esse tempo volta-se a bater a argamassa por mais 30 segundos e a argamassa está pronta para ser usada.

Coloca-se a argamassa já pronta no “Aplicador contínuo de argamassa sobre piso”. Esta máquina possui regulagem para a quantidade de argamassa a ser aplicada, devendo ser trabalhada conforme a descrição que segue:

- 1-Considera-se que as linhas de alinhamento já estão determinadas;
- 2-Posiciona-se o “Aplicador contínuo de argamassa sobre piso” no início da paginação;
- 3-Carrega-se o Aplicador com a argamassa já preparada;
- 4-Abre-se a comporta de argamassa, regulando conforme necessário;
- 5-Inicia-se o movimento de puxar o “Aplicador contínuo de argamassa sobre piso” no local já determinado (até acabar a argamassa e ou até acabar o espaço);
- 6-Fecha-se a comporta para retomar nova posição e/ou recarregar;
- 7-Utiliza-se um “Carrinho de transporte de cerâmicas”, posicionado próximo ao local de colocação das cerâmicas;
- 8-Assentam-se as cerâmicas manualmente sobre a argamassa já aplicada;
- 9-Um funcionário pega cada cerâmica manualmente do “Carrinho de transporte de cerâmicas” e aplica sobre a argamassa já espalhada, conforme já determinado;
- 10- Após o assentamento do revestimento cerâmico será utilizado o “nivelador/vibrador e o Nivelador de Cerâmicas”.

As instruções para utilização do “nivelador/vibrador e Nivelador de Cerâmicas” são as seguintes:

- 1- Após as cerâmicas estarem distribuídas sobre a argamassa colante, é iniciada a técnica de vibrar e nivelar as placas cerâmicas;
- 2- Um aplicador direciona o nivelador/vibrador, puxando-o sobre as cerâmicas recém posicionadas;
- 3- O nivelador/vibrador deve ser puxado lentamente, 0,2 m/seg (a máquina tem largura de 600 mm x 1000 mm);
- 4- Após a vibração das cerâmicas colocam-se os separadores (conforme já determinado tamanho) entre as cerâmicas;
- 5- Para finalizar é importante o ajuste do alinhamento das cerâmicas, este é realizado com o auxílio de uma haste com ponta de borracha;
- 6- A conferência do alinhamento é realizada apenas para ajuste de algumas peças, se necessário.

### 3.5 MÁQUINAS E FERRAMENTAS PARA REJUNTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

Para a coleta de dados sobre o rejuntamento a ser feita no revestimento cerâmico grés retificado e grés porcelanato, será aplicado o rejunte comum flexível através da técnica convencional e rejunte epóxi com a técnica proposta para comparação dos resultados.

Embora a coleta de dados tenha sido feita com dois tipos diferentes de rejunte, e consequentemente, utilizando técnicas diferentes, os resultados obtidos serão úteis para análises futuras de viabilidade e escolha dos materiais.

Importante considerar que o rejunte epóxi é de qualidade superior ao rejunte comum flexível, apresentando vantagens como facilidade na limpeza, maior durabilidade e melhor acabamento, sendo recomendado para ambientes onde se necessita mais higiene.

Buscando-se, neste caso, parâmetros que mostrem a viabilidade da aplicação do rejunte epóxi utilizando o equipamento proposto em comparação ao rejunte comum através de ferramentas convencionais. Principalmente quanto ao desperdício de material, tempo de aplicação e qualidade final de acabamento do rejuntamento, verificado visualmente.

Para avaliar-se a influência da qualidade das ferramentas utilizadas na aplicação do rejunte comum flexível, será coletado dados em nove ambientes, onde este rejunte foi aplicado com ferramentas desgastadas. Assim como, em outros nove ambientes, serão coletados dados onde o rejunte foi aplicado com ferramentas novas.

As ferramentas utilizadas para o rejuntamento comum flexível utilizadas pela construtora, estão descritas na tabela 1 e apresentadas nas figuras 5. Apresenta-se abaixo o equipamento utilizado para aplicação do rejunte epóxi.

## k) Aplicador de rejunte epóxi



Figura16 – Aplicador de rejunte epóxi

Fonte: Autora.

Aplicador de rejunte epóxi	Descrição	Equipamento injetado em nylon e fibra, todo desmontável, pois necessita de limpeza completa após o uso. O engate é pneumático. Acompanha kit com material para limpeza correta do conjunto (espátula, escova e pincel).
	Aplicação	Utilizado para aplicar rejunte epóxi em piso/parede-cerâmica. A técnica para a aplicação do rejunte epóxi em piso cerâmico. Objetivo: o rejunte epóxi é aplicado para evitar a infiltração de umidade, ficando completamente impermeável, evitando fungos.
	Vantagens	- Aproveitamento 100% do material epóxi. - Acabamento perfeito na aplicação. - Preenche completamente os espaços.

Tabela 12– Aplicador de rejunte epóxi

Fonte: Autora.

### I) Espátula de nylon



Figura 17 – Espátula de nylon  
Fonte: Autora.

Espátula de nylon	Descrição	Totalmente em nylon injetado.
	Aplicação	Indicada para aplicação de rejunte Epóxi e rejunte convencional, além da limpeza, remoção do excesso do rejunte epóxi.
	Vantagens	O acabamento dos cantos e ângulos facilita o trabalho com epóxi e outros materiais. Os ângulos redondos facilitam alguns acabamentos. A espátula em nylon aumenta a vida útil.

Tabela 13– Espátula de nylon  
Fonte: Autora.

## 3.6 TÉCNICA DE REJUNTAMENTO EPÓXI

A etapa seguinte é a aplicação do rejunte. Para aplicação do rejunte epóxi, será utilizado o “Aplicador de rejunte epóxi”, conforme descrição:

- 1- Após a cerâmica estar completamente curada em um prazo de 72 horas, deve ser feita a limpeza da superfície com pano úmido com água, em seguida com pano umedecido com álcool ou vinagre e as juntas com aspirador de pó, se necessário;
- 2- Misturar os componentes do rejunte epóxi de forma uniforme;
- 3- Carrega-se a pistola pneumática (rejuntadeira), com o rejunte epóxi utilizando as espátulas de nylon;

- 4- Conecta-se no sistema pneumático, regulando a pressão de acordo com a necessidade;
- 5- Posiciona-se o aplicador a 90° em relação à cerâmica para que o rejunte penetre no espaço (junta);
- 6- Imediatamente depois de aplicado o rejunte, um outro funcionário remove o excesso de epóxi com a espátula de nylon, permitindo o aproveitamento do mesmo (o epóxi em excesso é retirado para reaproveitamento);
- 7- Imediatamente após a retirada do excesso, um terceiro funcionário realiza o alisamento da junta com uma espuma de 1,5cm de espessura, esta deve ser levemente umedecida em água limpa;
- 8- A limpeza final deverá ser realizada entre 1 a 2 horas, dependendo das condições climáticas. Essa limpeza deverá ser realizada com pano limpo e levemente umedecido em água. A limpeza é realizada para remover o aspecto esbranquiçado sobre as placas cerâmicas.

### 3.7 TESTES DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Para realizar testes para determinar a resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante, de acordo com a NBR 13753:1996, escolhe-se aleatoriamente os locais para o preparo dos corpos de prova em cada ambiente estudado (sala, garagem, área de circulação).

O corpo de prova é formado por um quadrado com 50 mm de lado, sendo seu corte realizado após a secagem da cola, com auxílio de dispositivo de corte, usando o contorno da pastilha metálica como guia para o disco.

Para a colagem da pastilha metálica foram removidas as partículas soltas e a sujeira da superfície da placa cerâmica sobre a qual foi colada a pastilha metálica, limpando-a com um pano. A superfície de colagem da pastilha metálica estava isenta de qualquer resíduo de ensaios anteriores e aplicou-se a cola (araldite 10 min), com espátula, sobre a face de colagem da pastilha metálica; a pastilha foi aplicada sobre o revestimento cerâmico, previamente limpo apertando-a manualmente por 30

segundos; removeu-se o excesso de cola com o auxílio de uma espátula; evitando-se o deslizamento da colagem da pastilha metálica por meio de fita crepe; e por último realizou-se o corte do revestimento cerâmico conforme já descrito.

Ensaio do corpo de prova por tração simples:

Este ensaio determina a resistência de aderência, foram realizados no mínimo 6 corpos de prova em cada tipo de processo e tipo de cerâmica, de acordo com a seguinte seqüência:

- a) Acoplou-se o equipamento de tração a pastilha metálica e aplicou-se a carga de maneira lenta e progressiva, sem interrupções e com velocidade de carregamento de  $(250 \pm 50) \text{ N/s}$ ;
- b) Aplicou-se o esforço de tração perpendicularmente ao corpo de prova até a ruptura;
- c) Anotou-se a carga de ruptura do corpo de prova, em Newtons;
- d) Examinou-se a pastilha metálica do corpo de prova arrancado, verificando eventuais falhas de colagem da pastilha metálica. Quando ocorreu falha desta natureza o resultado foi rejeitado e a determinação foi repetida;
- e) Examinou-se, mediu-se e registrou-se a seção onde ocorreu a ruptura do corpo de prova.

Expressão dos resultados:

A resistência de aderência  $R_a$ , expressa em Megapascals, é calculada através da seguinte equação  $R_a = P/A$ , onde:

$P$  = carga de ruptura, em Newtons

$A$  = a área da pastilha metálica, em milímetros quadrados.

O valor da resistência de aderência foi expresso com duas casas decimais.

Segundo a norma NBR 13753 (1996, p. 19) a forma de ruptura do corpo de prova pode ocorrer aleatoriamente entre as interfaces, ou no interior de cada uma das camadas que constituem o revestimento. Em função disto a forma de ruptura relacionada a seguir deve ser declarada junto com o valor da resistência de aderência do sistema.

- a) ruptura na interface placa cerâmica/argamassa colante;
- b) ruptura na interior da argamassa;
- c) ruptura na interface argamassa colante/substrato;
- d) ruptura no interior da argamassa do substrato;
- e) ruptura na interface substrato/base;
- f) ruptura no interior da base;
- g) ruptura na interface pastilha/cola;

h) ruptura na interface cola/placa cerâmica;

Observação:

1- A ruptura ocorrida conforme A.7.2-g e h indica imperfeição na colagem da pastilha; assim sendo, o resultado obtido deve ser desprezado quando o valor for menor que 0,3 Mpa.

2- Nos casos de ocorrência de diferentes formas de ruptura, em um mesmo corpo de prova, deve-se anotar a percentagem aproximada da área de cada forma de ruptura, conforme descritas em A.7.2-a e h. (NBR13753, 1996, p. 19).

O relatório de ensaio contém as seguintes informações:

- a) Identificação da argamassa de contrapiso (traço e materiais);
- b) Identificação da argamassa colante;
- c) Identificação dos locais da obra em que foram realizados os ensaios, bem como dos corpos de prova com a respectiva numeração;
- d) Seção dos corpos de prova;
- e) Tipo de corte e sua profundidade;
- f) Características do equipamento de tração;
- g) Data ou período dos ensaios;
- h) Valores individuais da resistência de aderência dos corpos de prova, bem como a forma de ruptura ocorrida e sua percentagem.

Os resultados obtidos através da metodologia descrita, relacionados aos dados de resistência de aderência, estão apresentados nas tabelas em apêndice e sua análise no item 4.6 deste trabalho.



## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados dos estudos experimentais descritos no capítulo anterior.

Para avaliar a influência da introdução das máquinas e ferramentas propostas, foi realizado um comparativo entre a técnica proposta e a técnica convencional, em cada uma das seguintes fases do assentamento do revestimento cerâmico:

- Tempo de limpeza do ambiente onde será assentamento o revestimento cerâmico (min/m<sup>2</sup>).
- Tempo de preparo da argamassa colante (min/kg).
- Tempo de aplicação da argamassa colante (min/m<sup>2</sup>)
- Tempo de aplicação do revestimento cerâmico (min./m<sup>2</sup>)
- Quantidade de argamassa colante (kg/m<sup>2</sup>)
- Tempo para realizar os recortes das peças cerâmicas (min)
- Quantidades de refugos (kg), ou seja, a quantidade de sobras das peças cerâmicas recortadas.

Foram realizadas análises estatísticas pelo teste ANOVA, o qual permite a avaliação da influência das variáveis (a técnica proposta e a técnica convencional) nos resultados obtidos.

Busca-se através do teste ANOVA, identificar qual a técnica e respectiva máquina e ou ferramenta que é mais viável em cada uma das etapas de assentamento de revestimento cerâmico.

A análise estatística gera dois valores, determinados "Ft" (fator crítico, sendo, portanto um escore), e "Fc" (fator calculado através de fórmula de teste de hipótese de distribuição F). Quando o fator calculado (Fc), for maior que o fator crítico (Ft), significa dizer que existe diferença significativa entre as médias da técnica proposta e da técnica convencional. No trabalho foi utilizado o nível de significância de 5%. Quanto maior a diferença entre Fc e Ft, mais significativa é a diferença entre as médias das técnicas.

#### 4.1 A INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS NO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO DA CERÂMICA GRÉS RETIFICADA

A cerâmica grés retificada foi assentada na sala dos apartamentos. Este ambiente tem uma área de 44,2m<sup>2</sup>, no entanto os valores apresentados nas tabelas e conseqüentes gráficos representam valores unitários.

Tabela 14- Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único, do assentamento de revestimento cerâmico grés retificado, pelas técnicas proposta versus convencional.

Descrição	Técnica Proposto P			Técnica Convencional C			(Diferença entre as técnicas)	Teste ANOVA	
	Média	Desvio Padrão	Coefficiente Variação	Média	Desvio Padrão	Coefficiente Variação		Ft (fator crítico)	Fc (fator calculado)
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	0,25	0,05	20,0%	0,44	0,14	31,8%	-0,19	4,49	14,42
Tempo de preparo da argamassa colante (min/kg)	0,22	0,03	13,6%	0,90	0,07	7,8%	-0,68	4,49	796,31
Tempo aplicação da argamassa colante (min/m <sup>2</sup> )	0,70	0,07	10,0%	2,63	0,28	0,6%	-1,93	4,49	392,88
Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	13,44	1,81	13,5%	17,89	1,76	9,8%	-4,45	4,49	27,82
Quantidade de argamassa colante (kg/m <sup>2</sup> )	0,53	0,45	9,9%	,89	0,44	7,5%	-1,36	4,49	41,49
Tempo para realizar os recortes (min/ambiente)	4,78	0,97	20,3%	15,22	3,27	21,5%	-10,44	4,49	84,35
Quant. De Refugos-kg/ambiente	1,87	0,33	17,6%	4,06	1,67	41,1%	-2,19	4,49	14,94

Fonte: Autora.

Fator crítico que é igual 1,991 e o fator calculado é igual 245,17,nível de significância de 5%.

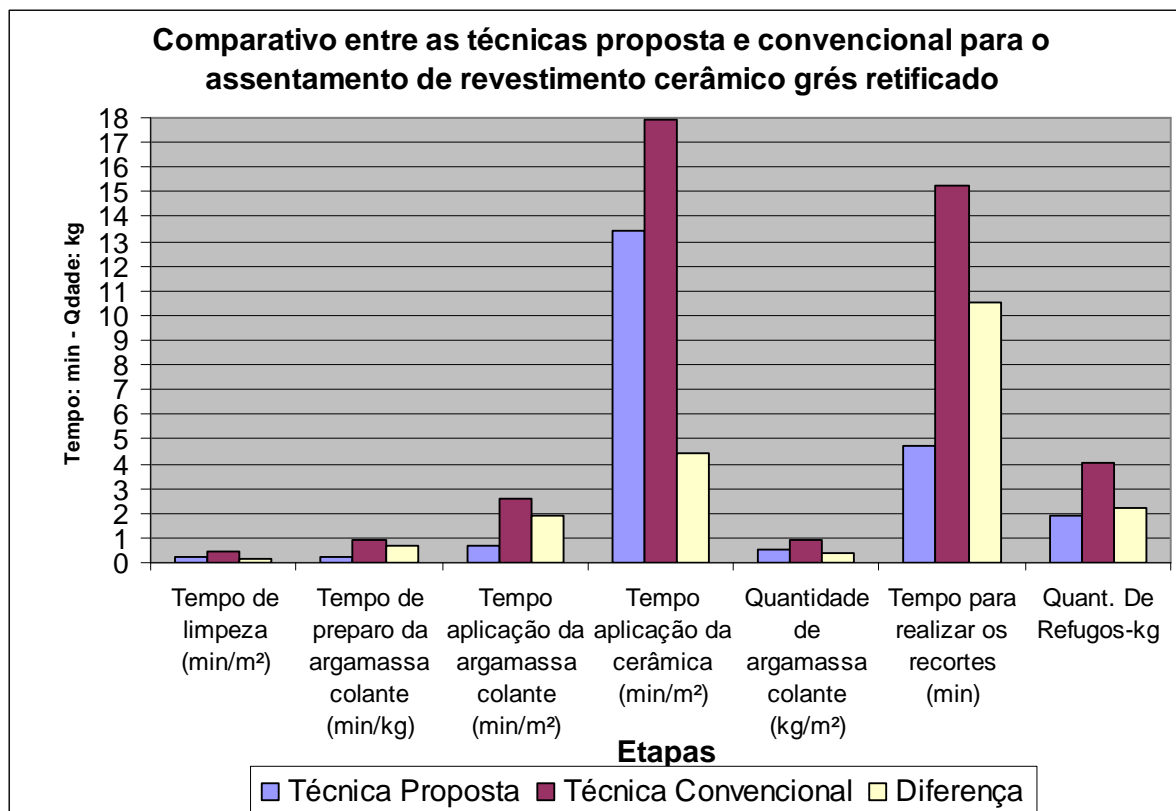


Gráfico 1- Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único, do assentamento de revestimento cerâmico grés retificada pela técnica proposta e a técnica convencional.

Fonte: Autora.

Após aplicação do Teste F Anova Fator Único, entre as diversas variáveis no quadro e gráfico acima, observou-se o seguinte:

De um modo geral existe uma diferença significativa entre as médias da técnica proposta e as médias da técnica convencional indicando que a técnica proposta apresenta vantagens sobre a técnica convencional nos seguintes itens:

➤ Quando se compara o tempo de limpeza do ambiente (min/m²) entre a técnica proposta e a técnica convencional, apresentam-se os valores entre as médias, sendo o tempo médio da técnica convencional igual a 0,44min/m² contra a técnica proposta de 0,25min/m². Logo existe uma redução de 44%, ou seja, uma redução de 0,19min/m², quando se aplica a técnica proposta. O Teste F apresenta um Fator F calculado de 14,42 contra o Fator Crítico de 4,49, indicando diferença altamente significativa entre as médias. Também se pode observar pelo coeficiente de variação que entre as diversas tomadas de tempo a técnica proposta apresenta maior uniformidade, já que o seu coeficiente de variação é igual 20,0% enquanto o da técnica convencional é igual a 31,8%.

- Comparando-se o tempo de preparo de argamassa colante (min/kg), observa-se que existe uma diferença entre a média das duas técnicas, onde o fator crítico é igual a 4,49 e o fator calculado é igual a 796,31, indicando que a técnica proposta reduz o tempo de preparo de argamassa colante em 0,67min/m<sup>2</sup>, ou em 75%.
- Avaliando o tempo de aplicação da argamassa colante (min/m<sup>2</sup>), apresentam-se os valores entre as médias das duas técnicas de aplicação, com um Fator F calculado igual a 392,88. Isto significa que a técnica proposta reduz em 1,9min/m<sup>2</sup>, (74%), o tempo de aplicação da argamassa colante.
- Determinando o tempo de assentamento do revestimento cerâmico (min/m<sup>2</sup>), observa-se que existe uma diferença entre as médias das duas técnicas de aplicação, com um Fator F calculado de 27,82; indicando que a técnica proposta reduz em 4,4min/m<sup>2</sup>, ou 25% o tempo de aplicação de cerâmica.
- Quando se compara a quantidade de argamassa colante (kg/m<sup>2</sup>) aplicada, apresentam-se os valores entre as médias das duas técnicas de aplicação com fator F calculado de 41,49; indicando que a técnica proposta reduz em 1,35min/m<sup>2</sup>, (26%) a quantidade de argamassa colante consumida.
- Para comparar o tempo para realizar os recortes das peças cerâmicas (minutos/ambiente), observa-se que existe uma diferença entre as médias das duas técnicas de aplicação de cerâmicas, com um fator F calculado de 84,35. Isto indica que a técnica proposta reduz em torno de 10min/ambiente, ou seja, 69% o tempo para realizar os recortes das peças cerâmicas.
- Avaliando a quantidade de sobras dos recortes (kg/ambiente), apresentam-se os valores entre as médias das duas técnicas de aproveitamento, já que o fator crítico é igual a 4,49 e o fator calculado é igual a 14,94; indicando que a técnica proposta apresenta uma redução de 2,18Kg/ambiente, (50%).

## 4.2 A INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS NO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO GRÊS PORCELANATO

Neste item foi avaliada a influência do uso das máquinas e ferramentas com a técnica proposta para o assentamento da cerâmica grês porcelanato, quanto ao tempo de limpeza do ambiente, tempo de preparo da argamassa colante, tempo de aplicação da argamassa colante, tempo do assentamento de revestimento cerâmico, quantidade de argamassa colante, tempo para realizar os recortes e quantidade de refugos ou sobras.

Tabela 15- Análise da técnica de assentamento de revestimento cerâmico grés porcelanato, quanto ao Teste F Anova Fator Único.

Descrição	Técnica Proposta P			Técnica Convencional C			Diferença entre as Técnicas	Teste ANOVA	
	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação		Ft	Fc
Tempo de limpeza (min/m²)	0,202	0,055	27,3%	0,263	0,05	20,8%	-0,061	4,49	5,56
Tempo preparo da argamassa colante (min/kg)	0,260	0,048	18,5%	0,878	0,09	10,3%	-0,618	4,49	308,90
Tempo aplicação da argamassa colante (min/m²)	0,711	0,065	9,1%	2,589	0,420	16,2%	-1,878	4,49	175,96
Tempo aplicação da cerâmica (min/m²)	12,78	1,986	15,5%	17,11	1,364	7,9%	-4,33	4,49	66,66
Quantidade argamassa colante (kg/m²)	4,49	0,533	11,8%	5,53	0,568	10,3%	-1,04	4,49	16,19
Tempo p/ realizar os recortes- (min/ambiente)	3,41	0,842	24,7%	12,89	1,453	11,3%	-9,48	4,49	286,71
Quant. De sobras ou refugos (kg/ambiente)	1,42	0,338	23,8%	3,5	0,812	23,2%	-2,08	4,49	50,17

Fonte: Autora.

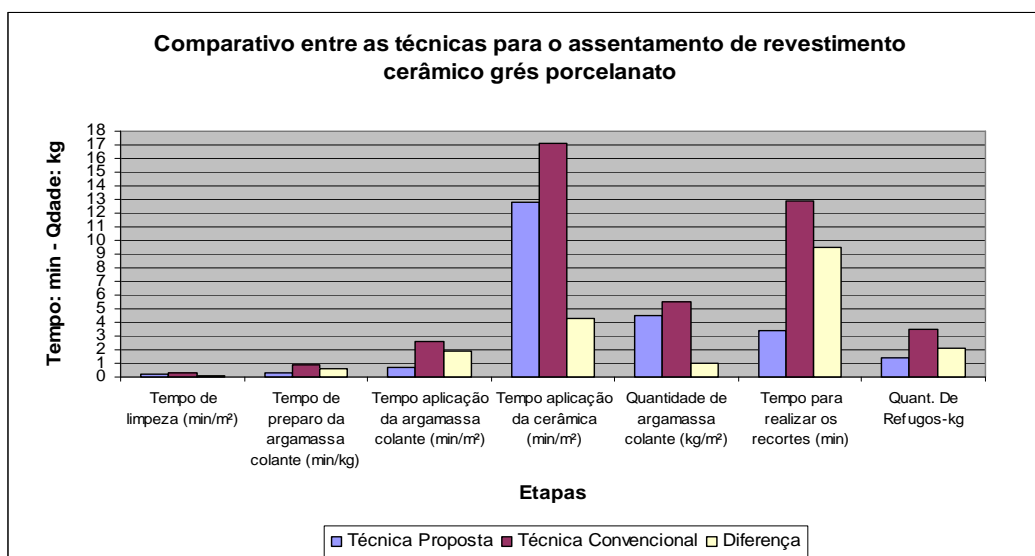


Gráfico 2- Análise entre os diversos itens relativos ao assentamento de revestimento cerâmico grés porcelanato, através da técnica proposta e da técnica convencional.

Fonte: Autora.

Após a aplicação do Teste F Anova Fator Único, entre a técnica proposta e a técnica convencional para o assentamento de revestimento cerâmico grés porcelanato, observou-se o seguinte:

- Comparando-se o tempo de limpeza do ambiente ( $\text{min}/\text{m}^2$ ), constata-se diferença entre as médias, sendo o fator crítico é igual a 4,49 o fator calculado é igual a 5,56. Portanto, dentro de um nível de significância de 5% , apresenta a diferença de aproximadamente  $0,06\text{min}/\text{m}^2$ , ou 23%.
- Quando se compara o tempo de preparo da argamassa ( $\text{min}/\text{kg}$ ), observa-se que existe grande diferença entre as médias, enquanto o fator crítico é de 4,49 o fator calculado é de 308,9. O resultado confirma que a técnica proposta reduz em 70% o tempo do preparo da argamassa em relação à técnica convencional, ou  $0,68\text{min}/\text{Kg}$ .
- Avaliando o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min}/\text{m}^2$ ), observa-se que existe diferença entre as médias, enquanto o fator crítico é de 4,49 o fator calculado é de 175,96; indicando que a técnica proposta reduziu em média  $1,32\text{min}/\text{m}^2$ , (72%) o tempo de aplicação da argamassa.
- Ao comparar o tempo de assentamento do revestimento cerâmico ( $\text{min}/\text{m}^2$ ), constata-se o fator crítico (4,49), e o fator calculado (66,66). Neste caso, a técnica proposta reduz o tempo de assentamento do revestimento cerâmico em  $4,44\text{min}/\text{m}^2$ , ou seja 25%.
- Quando se compara a quantidade de argamassa colante ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), constata-se que existe diferença entre as médias, ou seja, enquanto o fator crítico é de 4,49 o fator calculado é de 16,19; indicando que existe uma redução de  $0,92\text{Kg}/\text{m}^2$ , (19%) através da técnica proposta.
- Comparando-se o tempo para realizar os recortes ( $\text{min}/\text{ambiente}$ ), constata-se enquanto o fator crítico é de 4,49 o fator calculado é de 286,71, significando uma redução de  $9,37 \text{ min}/\text{ambiente}$ , (75%) no tempo de recorte usando a técnica e as ferramentas propostas.
- Avaliando-se a quantidade de refugos ou sobras ( $\text{kg}/\text{ambiente}$ ), constata-se que existe diferença entre as médias, já que o fator crítico é igual a 4,49 o fator calculado é de 50,17, indicando que a técnica proposta reduz em média  $2,08\text{Kg}/\text{ambiente}$ , na quantidade de refugos ou sobras em já 59%.

### 4.3 INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS NO ASSENTAMENTO DA CERÂMICA GRÉS COMERCIAL.

Para o assentamento do revestimento cerâmico grés comercial, foi realizada a comparação entre a técnica proposta e a técnica convencional com as máquinas e ferramentas propostas.

Tabela 16- Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial, em uma área de 12,6m<sup>2</sup>, comparando a técnica proposta e a técnica convencional.

Descrição	Técnica Proposta P			Técnica Convencional C			Diferença entre as Técnicas	Teste Anova	
	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação		Ft	Fc
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	0,202	0,033	16,3%	0,109	0,092	11,7%	-0,742	4,49	500,7
Tempo preparo argamassa colante (min/kg)	0,244	0,46	18,9%	0,913	0,06	6,6%	-0,669	4,49	699,9
Tempo aplicação da argamassa colante (min/m <sup>2</sup> )	0,644	0,07	10,9%	2,478	0,33	13,3%	-1,834	4,49	258,1
Tempo Aplicação Cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	11	1,73	15,7%	19	1,58	8,3%	-8	4,49	104,7
Quantidade argamassa colante (kg/m <sup>2</sup> )	4,256	0,51	12,0%	6,09	0,74	12,2%	-1,834	4,49	37,63
Tempo p/ Realizar os Recortes (min/ambiente)	2,833	0,61	21,5%	5,33	1,5	28,1%	-2,50	4,49	21,43
Quantidade Sobras ou Refugos (kg/ambiente)	1,256	0,46	36,6%	2,22	0,53	23,9%	-0,96	4,49	17,17

Fonte: Autora.



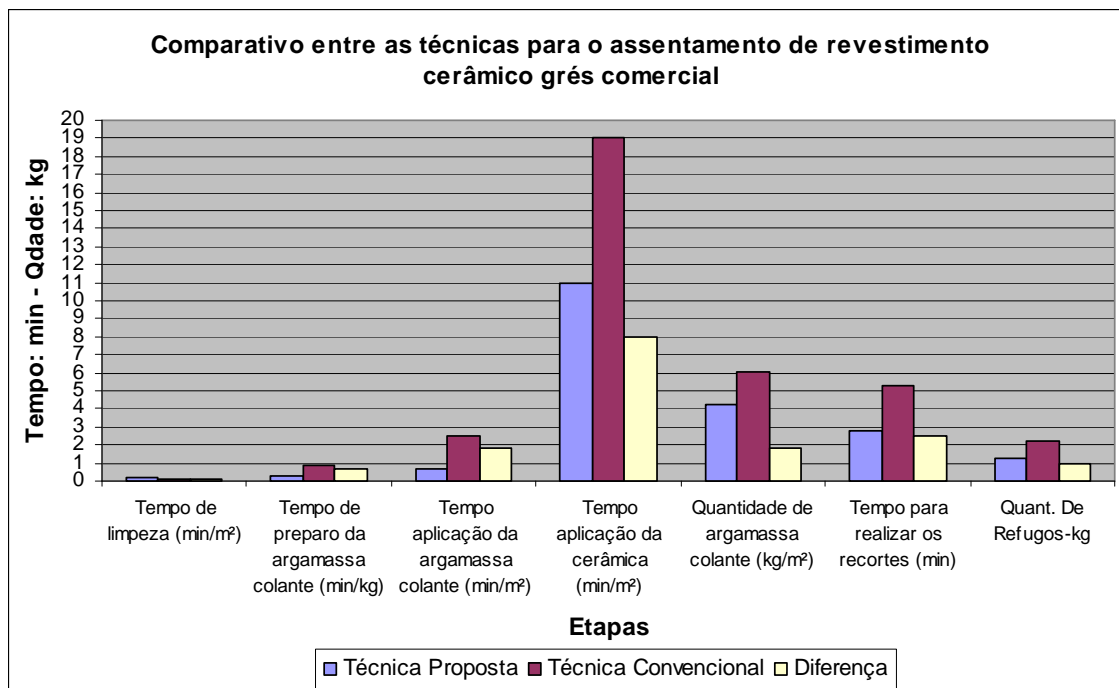


Gráfico 3 - Análise entre os diversos itens relativos ao tempo entre a técnica proposta e a técnica convencional.  
Fonte: Autora.

Após aplicação do Teste F, Anova Fator Único, entre a técnica proposta e a técnica convencional para o assentamento do revestimento cerâmico grés comercial, na garagem de 12,4m², com dimensões de 30 x 30 e fuga de 5 mm, observa-se o seguinte:

- Ao comparar o tempo de limpeza do ambiente (min/m²), observa-se que existe uma grande diferença entre as médias, já que o fator crítico é igual a 4,49 e o fator calculado é igual a 500,7; mostrando a vantagem da técnica proposta, com uma redução de até 0,74min/m², ou uma redução de 46%.
- Em relação ao tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), observa-se que existe uma grande diferença entre as médias, já que o fator crítico é igual a 4,49 e o fator calculado foi de 699,9; indicando que a técnica proposta reduz 0,6min/Kg, (73%) o tempo de preparo de argamassa colante.
- Quando se compara o tempo para aplicar argamassa colante (min/m²), entre as técnicas, observa-se que existe diferença entre as médias. Enquanto o tempo médio de aplicação da argamassa colante é de 2,5min/m², o tempo para a técnica proposta foi 0,7min/m², com redução de 1,8 min/m², (74%) no tempo para aplicação.

- Comparando-se o tempo de assentamento do revestimento cerâmico (min/m<sup>2</sup>), percebe-se que existe diferença entre as médias (fator crítico de 4,49 e fator calculado igual a 104,7). Assim, observou-se que a técnica proposta reduziu em média 7min/m<sup>2</sup>, (42%) o tempo de aplicação da cerâmica.
- Avaliando-se a quantidade de argamassa colante (kg/m<sup>2</sup>), constata-se que existe diferença entre as médias. Neste caso a técnica proposta reduziu 1,8Kg/m<sup>2</sup>, (30%) a quantidade de argamassa colante consumida por m<sup>2</sup>.
- Quando se compara o tempo para realizar os recortes das cerâmicas (min/ambiente), constata-se que existe diferença entre as médias (fator crítico de 4,49 contra fator calculado de 21,4). A técnica proposta reduziu em média 2,6min/ambiente, ou em 48% o tempo para realizar os recortes das peças cerâmicas para cada ambiente.
- Comparando-se a quantidade de sobras (kg/ambiente), entre as técnicas, constata-se que existe diferença entre as médias com redução de 0,97Kg/ambiente, (44%) de sobras quando se utiliza a técnica proposta.

#### 4.4 INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS PROPOSTAS OBTIDAS NO ASSENTAMENTO DOS TRÊS TIPOS DE CERÂMICA (MÉDIAS DE REDUÇÃO DE TEMPO E QUANTIDADE)

Ao comparar os resultados obtidos no assentamento dos três tipos de cerâmica é importante considerar as características diferenciadas de cada tipo de cerâmica, como as tolerâncias de dimensões, cor, esquadro, dureza do esmalte e resistência e absorção de água. Estas características definem o padrão de qualidade da cerâmica e influenciam no tempo para realizar o assentamento.

Tabela 17 - Influência das máquinas e ferramentas propostas obtidas no assentamento dos três tipos de cerâmica (médias de redução de tempo e quantidade).

Descrição das etapas	Cerâmica Grés			Média das cerâmicas
	Retificado	Porcelanato	Comercial	
Tempo de limpeza (min/m²)	43%	23%	46%	37%
Tempo de preparo da argamassa colante (min/kg)	75%	70%	73%	73%
Tempo aplicação da argamassa colante (min/m²)	74%	72%	74%	73%
Tempo aplicação da cerâmica (min/m²)	25%	25%	42%	31%
Quantidade de argamassa colante (kg/m²)	26%	19%	30%	25%
Tempo para realizar os recortes (min/ambiente)	69%	75%	48%	64%
Quant. De Refugos-kg/ambiente	50%	59%	44%	51%
Média por cerâmica	45%	49%	51%	

Fonte: Autora.

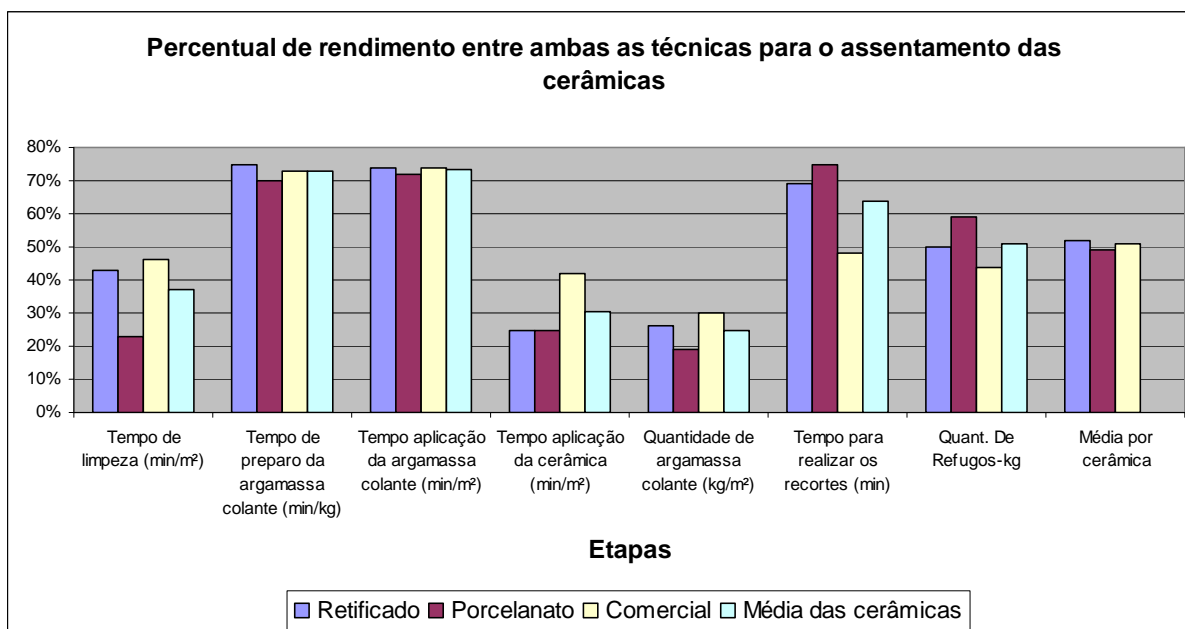


Gráfico 4 - Influência das máquinas e ferramentas propostas obtidas no assentamento dos três tipos de cerâmica (médias de redução de tempo e quantidade)

Fonte: Autora.

## 4.5 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REJUNTAMENTO PARA CERÂMICA GRÊS RETIFICADA

Para realizar um comparativo entre as técnicas proposta e convencional de aplicação de rejuntas, foi aplicado o rejunte comum flexível em 5 ambientes utilizando a técnica convencional, e o rejunte epóxi através da técnica proposta em 4 ambientes. Os resultados estão nas Tabelas e Figuras em apêndice.

Tabela 18- Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grês retificada, através da técnica proposta –rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível.

Descrição	Técnica Proposta P			Técnica Convencional C			Diferença entre a Técnica	Fator ANOVA	
	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação		Ft	Fc
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	2,65	0,24	9,06%	0,68	0,13	19,1%	+2,51	4,84	387,77
Tempo preparo rejunte(min/kg)	4,00	0,41	10,25%	2,73	0,28	10,3%	+1,27	4,84	42,87
Tempo de aplicação rejunte (min/m <sup>2</sup> )	4,38	0,25	5,71%	0,49	0,04	8,1%	+3,89	4,84	2297,7
Quantidade rejunte (kg/m <sup>2</sup> )	0,54	0,09	16,7%	0,45	0,11	24,4%	+0,09	4,84	1,98
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m <sup>2</sup> )	7,00	0,82	11,7%	1,38	0,21	15,2%	+5,62	4,84	408,77

Fonte: Autora.

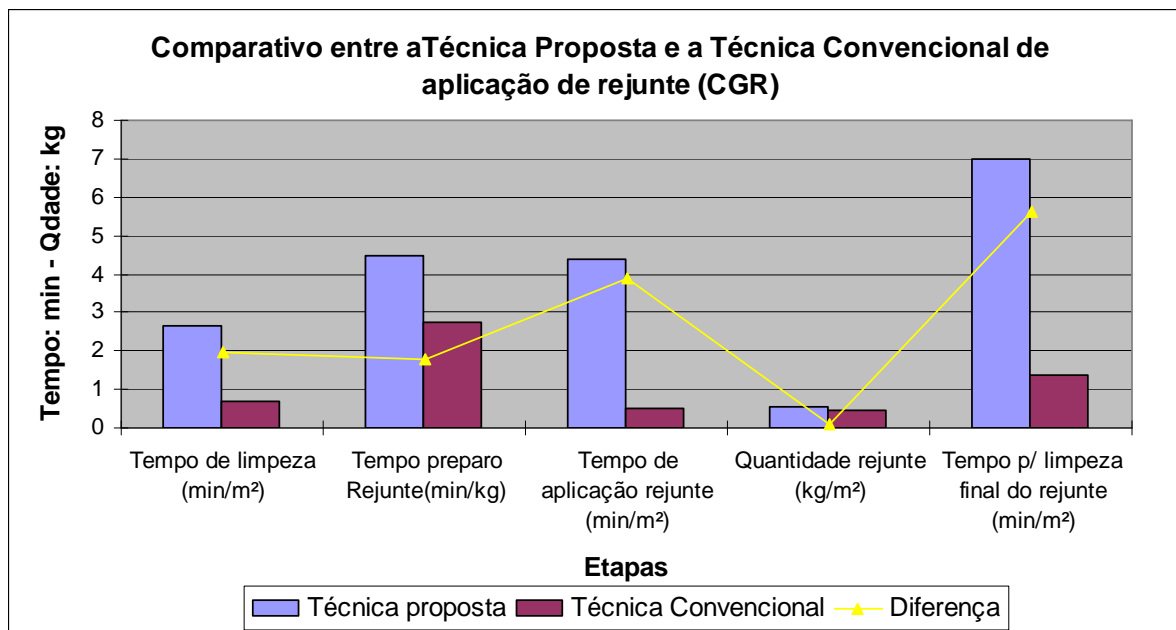


Gráfico 5 - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na cerâmica grés retificada, através da técnica proposta (com rejunte epóxi) versus técnica convencional (com rejunte comum flexível).

Fonte: Autora.

Após a aplicação do Teste F Anova Fator Único, na técnica proposta com o rejunte epóxi e na técnica convencional com o rejunte comum flexível, observou-se o seguinte:

- O tempo de limpeza do ambiente (min/m²), apresentou diferença significativa entre as médias. A aplicação da técnica proposta com rejunte epóxi levou mais tempo que a técnica convencional com rejunte comum flexível. Enquanto o tempo médio da técnica proposta foi de 2,65min/m² o tempo da técnica convencional foi 0,68 min/m². Portanto um aumento 74% do tempo de limpeza. Isso por que o rejunte epóxi exige uma limpeza mais eficiente, não podendo ficar nenhum resíduo de pó, gordura ou qualquer outra substância. Portanto a forma de limpeza para o rejunte comum e para o rejunte epóxi são diferenciados.
- Quando se compara o tempo de preparo do rejunte (min/kg), entre a técnica proposta (rejunte epóxi) e a técnica convencional (rejunte comum flexível), constata-se que existe relativa diferença entre as médias, já que o fator crítico é igual a 4,84 o fator calculado é igual a 42,87. O preparo do rejunte epóxi exige mistura homogênea, para garantir a perfeita mistura, exigindo também mais tempo que o preparo do rejunte comum flexível utilizando a técnica convencional. Portanto o preparo do rejunte epóxi demora 4,5min/kg, enquanto que o rejunte comum flexível exige um

tempo de 2,73min/kg, conclui-se que o rejunte epóxi exige 32% a mais de tempo para realizar a mistura.

➤ Comparando-se o tempo de aplicação de rejunte ( $\text{min/m}^2$ ), entre o rejunte epóxi (técnica proposta) e o rejunte comum flexível (técnica convencional), observa-se que existe grande diferença entre as médias (fator F calculado igual a 2297,7). Este número indica que a aplicação do rejunte epóxi com a técnica proposta leva mais tempo, ou seja,  $4,4\text{min/m}^2$ , comparando com um tempo de  $0,5\text{min/m}^2$  para aplicar o rejunte comum flexível. Importante observar que para a aplicação do rejunte epóxi utiliza-se a pistola pneumática que confere uma aplicação perfeita sem necessidade de retoques e sem desperdício de material. Salientando um aumento de tempo de 88% a mais para o rejunte epóxi.

➤ Em relação à quantidade de rejunte ( $\text{kg/m}^2$ ) usadas pelas duas técnicas, observa-se que existe pequena diferença entre as médias (Fator F calculado de 1,98). A aplicação de rejunte epóxi é de  $0,54\text{kg/m}^2$ , enquanto para rejunte comum flexível é de  $0,45\text{kg/m}^2$ , concluindo que para preencher completamente os espaços com epóxi, se gasta 17% a mais de rejunte.

➤ Avaliando-se o tempo para limpeza final do rejunte ( $\text{min/m}^2$ ), entre a técnica proposta (rejunte epóxi) e a técnica convencional (rejunte comum flexível), observa-se que existe diferença significativa entre as médias (Fator F calculado de 408,77). A limpeza do rejunte epóxi (técnica proposta) leva 81% mais tempo que a limpeza final do rejunte comum flexível (técnica convencional). O rejunte epóxi possui na sua composição resinas, por isso sua limpeza deve ser cuidadosa evitando manchar o revestimento cerâmico.

#### OBSERVAÇÃO:

- Considerando o tamanho da amostra apresentada pela técnica convencional que é de 9 itens, comparando com o tamanho da amostra apresentado pela técnica proposta que é de 9 itens, o fator calculado é 2297,7 e fator crítico é de 4,84.
- Se for considerar para as duas técnicas o mesmo número de amostras, ou seja, 4, o fator calculado será 933 e o fator crítico será 5,98.

#### 4.6 AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REJUNTAMENTO PARA CERÂMICA GRÉS PORCELANATO.

Tabela 19- Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta –rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível, através do Teste F Anova Fator Único.

Descrição	Técnica Proposta P			Técnica Convencional C			Diferença entre as Técnicas	Fator Anova	
	Média	Desvio Padrão	Coefficiente De Variação	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação		Ft	Fc
Tempo de limpeza do ambiente (min/m²)	3,00	0,41	3,33%	0,74	0,13	17,6%	+2,26	5,59	138,9
Tempo Preparo do rejunte (min/kg)	4,62	0,75	16,2%	2,54	0,29	11,4%	+2,08	5,59	33,49
Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	2,88	0,48	16,7%	1,50	0,35	23,3%	+1,38	5,59	24,77
Quantidade de rejunte (kg/m²)	0,54	0,06	11,5%	0,48	0,08	16,7%	+0,04	5,59	0,78
Tempo p/ limpeza final do rejuntamento (min/m²)	6,5	1,29	19,8%	3,10	0,74	23,9%	+3,40	5,59	24,98

Fonte: Autora.

Tabela 20- Resultado das técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta –rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível.

Descrição	Técnica proposta	Técnica Convencional	Diferença
Tempo de limpeza (min/m²)	3	0,74	2,26 min/m²
Tempo preparo Rejunte (min/kg)	4,62	2,54	2,08 min/kg
Tempo de aplicação de rejunte (min/m²)	2,88	1,5	1,38 min/m²
Quantidade de rejunte (kg/m²)	0,54	0,48	0,06 kg/m²
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m²)	6,5	3,1	3,4 min/m²

Fonte: Autora.

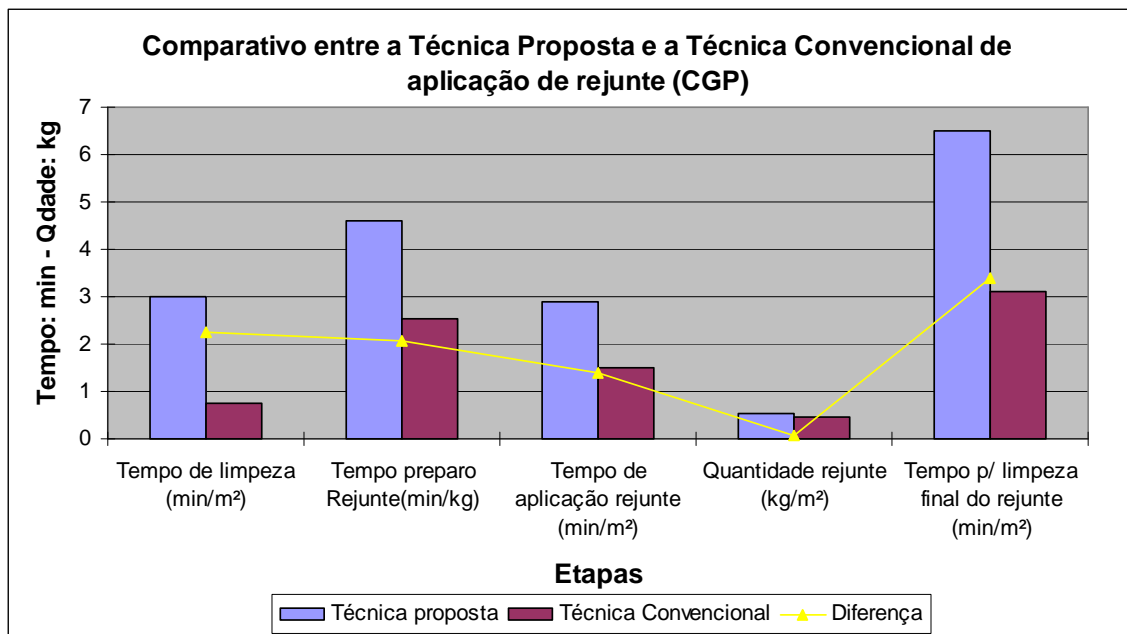


Gráfico 6 - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para as técnicas de aplicação de rejunte na Cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta –rejunte epóxi versus técnica convencional- rejunte comum flexível.

Fonte: Autora.

Analisando o gráfico e o quadro acima, observa-se que:

- O tempo de limpeza do ambiente para aplicação do rejunte epóxi (técnica proposta) e para aplicação do rejunte comum flexível (técnica convencional) da cerâmica grés porcelanato, apresenta diferença significativa entre as médias (Fator F crítico = 5,59 e o fator F calculado = 138,9). O tempo médio de limpeza do ambiente para aplicação do epóxi pela técnica proposta é 75% maior (3min/m² contra 0,74 min/m² da técnica convencional).
- Quando se compara o item tempo de preparo do rejunte (min/kg), entre a técnica proposta (epóxi) e a técnica convencional (rejunte comum flexível) da cerâmica grés porcelana to, o rejunte epóxi demora 45% mais tempo para ser preparado, é mais consistente e deve-se ter cuidado especial nas proporções da mistura.
- Em relação à diferença do tempo de aplicação do rejunte entre a técnica proposta (epóxi) e a técnica convencional (rejunte comum flexível) da cerâmica grés porcelanato, o rejunte epóxi demora 45% mais tempo para ser aplicado. Importante observar que para a aplicação do rejunte epóxi utiliza-se a pistola pneumática que confere uma aplicação perfeita sem necessidade de retoques e sem desperdício de material.



- Comparando-se o item quantidade de rejunte entre a técnica proposta (epóxi) e a técnica convencional (comum flexível) da cerâmica grés porcelanato, observa-se que a técnica proposta consome 12% a mais de rejunte epóxi. Esse consumo maior deve-se ao preenchimento uniforme e contínuo do espaçamento a ser rejuntado.
- Já o tempo para limpeza final mostra que existe diferença estatística entre os tempos médios das duas técnicas (fator crítico = 5,59 e o fator calculado = 24,98). A limpeza do rejunte epóxi (técnica proposta) leva 52 % mais tempo que a limpeza final do rejunte comum flexível (técnica convencional). O rejunte epóxi possui na sua composição resinas, por isso sua limpeza deve ser cuidadosa evitando manchar o revestimento cerâmico.

Tabela 21- Comparativo entre as técnicas para análise da média de rendimento do rejuntamento entre duas cerâmicas.

Descrição	Rejuntamento para cerâmica grés		Média das etapas
	Retificada	Porcelanato	
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	74,34%	75,33%	74,84%
Tempo preparo Rejunte(min/kg)	31,75%	45,02%	38,39%
Tempo de aplicação rejunte (min/m <sup>2</sup> )	88,81%	47,92%	68,36%
Quantidade rejunte (kg/m <sup>2</sup> )	16,67%	11,11%	13,89%
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m <sup>2</sup> )	80,29%	52,31%	66,30%

Fonte: Autora.

#### 4.7 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA APLICAÇÃO DO REJUNTE COMUM FLEXÍVEL PARA A CERÂMICA GRÉS COMERCIAL.

A coleta dos dados aconteceu em 18 ambientes, onde, para realizar o comparativo entre a utilização de ferramentas já desgastadas pelo tempo de uso (9 ambientes) e com a substituição das ferramentas por novas (9 ambientes), as duas

etapas foram realizadas com a técnica convencional, aplicando o rejunte comum flexível. Foram utilizadas as ferramentas da construtora, como por exemplo: vassoura de palha e nylon, misturador de rejunte convencional (em forma de pá alongada), espumas de limpeza com densidade maior e desgastada, rodo e aplicador de rejunte. Estes equipamentos foram substituídos para melhorar a qualidade da aplicação do rejunte flexível. Os resultados estão nas Tabelas e Figuras em apêndice, e análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único, apresentado a seguir.

Tabela 22 - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas.

Descrição	Ferramentas Novas			Ferramentas usadas (desgastadas)			Diferença entre as ferramentas	Fator ANOVA	
	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação		Ft	Fc
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	0,58	0,09	15,5%	1,03	1,36	14,9 %	+8,53	4,49	350,36
Tempo de preparo do rejunte (min/kg)	1,96	0,41	20,9%	2,78	0,26	9,4%	-0,82	4,49	25,92
Tempo de aplicação do rejunte(min/m <sup>2</sup> )	1,72	0,20	11,6%	1,85	0,65	38,0%	+0,13	4,49	0,002
Quantidade de reajunte(kg/m <sup>2</sup> )	0,48	0,07	14,6%	0,77	0,10	12,9%	-0,29	4,49	51,99
Tempo p/ limpeza final do rejuntamento(min/m <sup>2</sup> )	17,89	2,80	9,4%	23,67	4,27	18,0%	-5,78	4,49	11,51

Fonte: Autora.

Tabela 23 – Comparativo e diferenças entre a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas.

Descrição	Ferramentas novas	Ferramentas desgastadas	Diferença
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	0,58	1,03	0,45min/m <sup>2</sup>
Tempo preparo Rejunte(min/kg)	1,96	2,78	0,82min/m <sup>2</sup>
Tempo de aplicação rejunte (min/m <sup>2</sup> )	1,72	1,85	0,13Kg/m <sup>2</sup>
Quantidade rejunte (kg/m <sup>2</sup> )	0,48	0,77	0,29Kg/m <sup>2</sup>
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m <sup>2</sup> )	17,89	23,67	5,78min/m <sup>2</sup>

Fonte: Autora.

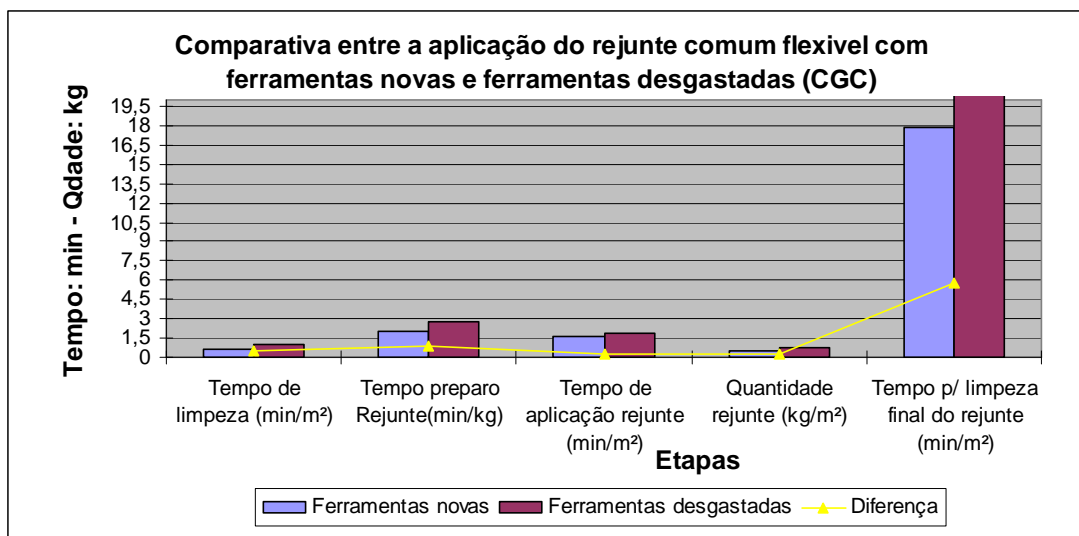


Gráfico 7 - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas.

Fonte: Autora

Analisando as tabelas e gráficos anteriores, observa-se:

- Comparando o item tempo de limpeza do ambiente, observa-se que existe diferença de 0,56min/m² entre as médias resultantes da utilização das ferramentas desgastadas e das ferramentas novas para limpeza do ambiente. As ferramentas novas reduzem o tempo de limpeza em 43%.
- Quando se compara o item tempo de preparo do rejunte, observa-se que existe relativa diferença entre as médias resultantes da utilização das ferramentas desgastadas e das ferramentas novas para preparo do rejunte. Ou seja, enquanto o tempo médio com as ferramentas novas é igual a 1,96 min/kg, com as ferramentas desgastadas é de 2,78 min/kg, apresentando diferença de 0,8min/kg, conclui-se que com as ferramentas novas reduz o tempo de preparo do rejunte em 29%.
- Ao comparar o tempo de aplicação do rejunte entre as ferramentas desgastadas e as ferramentas novas, observa-se que não existe diferença significativa entre as médias. Portanto, o fator calculado (0,002) é menor que o fator crítico (4,49). Concluiu-se que a diferença ao usar as ferramentas desgastadas ou as ferramentas novas é de 0,7min/m², ou uma redução de 7%.
- Comparando-se a quantidade de rejunte (kg/m²) aplicado, com as ferramentas desgastadas e com as ferramentas novas, observa-se que existe uma diferença entre as médias. O valor do fator crítico = 4,49 e o valor do fator calculado = 51,99. Logo, conclui-se que com as ferramentas desgastadas se consome 0,3kg/m², ou seja, 38% a mais de rejunte.

➤ Quando se compara o tempo para limpeza final do rejunte, observa-se que existe pequena diferença entre as médias. Já que o fator crítico=4,49 e o fator calculado é igual a 11,51, indicando pequena diferença entre os dois fatores. Logo, pode-se concluir que com as ferramentas novas reduz em 25% o tempo para realizar a limpeza final do rejunte.

#### 4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Para determinar a resistência de aderência dos três tipos de revestimento cerâmico assentados com argamassa colante (de acordo com acordo com a NBR 13753:1996) e avaliar as técnicas proposta e convencional, e conseqüentemente a influência das máquinas e ferramentas, foram realizados testes e seus resultados estão apresentados e analisados abaixo.



Figura 18- Preparação das amostras das cerâmicas para realizar o teste de aderência  
Fonte: Autora.

Tabela 24-Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único para o teste de resistência de aderência à tração, da técnica proposta versus técnica convencional.

Descrição	Técnica Proposta P			Técnica Convencional C			Diferença entre média	Teste Anova	
	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação	Média	Desvio Padrão	Coeficiente Variação	Técnica Proposta e Convencional	Ft	Fc
Teste de aderência p/cerâmica grés retificada	0,24	0,04	17,2%	0,15	0,03	20,1%	0,09	4,60	24,96
Teste de aderência p/cerâmica grés Porcelanato	0,26	0,04	16,2%	0,14	0,03	22,8%	0,13	4,41	60,17
Teste de Aderência p/cerâmica grés comercial	0,24	0,05	20,7%	0,13	0,03	24,8%	0,11	4,49	30,87

Fonte: Autora.

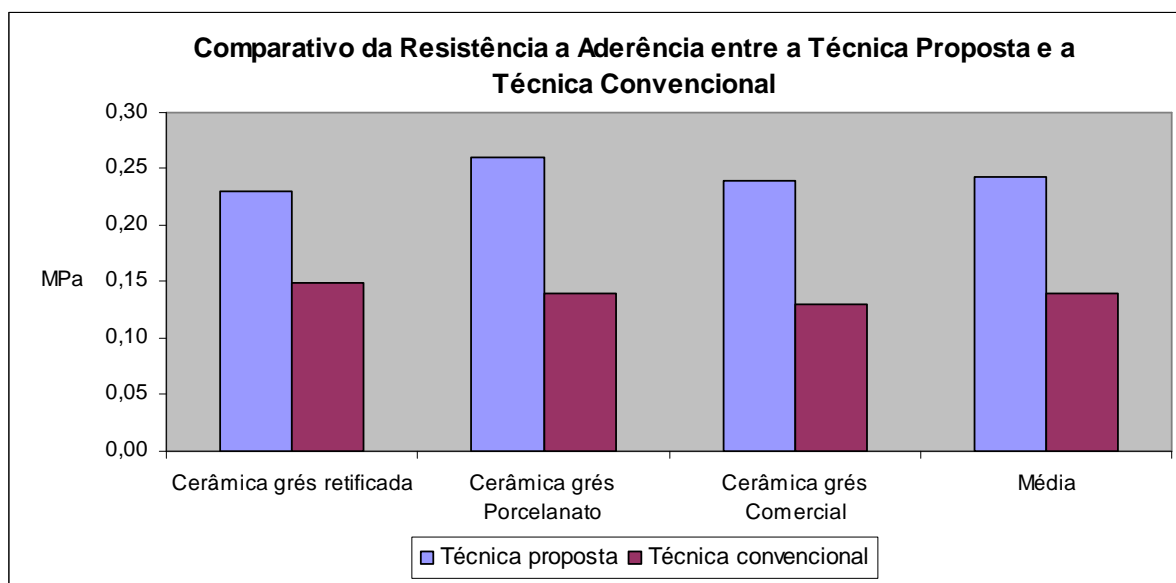


Gráfico 8 - Análise da aplicação do Teste F Anova Fator Único do Teste de Aderência entre a Técnica Proposta e a Técnica Convencional para os três tipos de cerâmicas.

Fonte: Autora.

Tabela 25 – Comparativo do Teste de Resistência a Aderência entre a Técnica Proposta e a Técnica Convencional para os três tipos de cerâmicas.

Comparativo da Resistência a Aderência entre a Técnica Proposta e a Técnica Convencional-(MPa)		
	Técnica proposta	Técnica convencional
Cerâmica grés retificada	0,24	0,15
Cerâmica grés porcelanato	0,26	0,14
Cerâmica grés comercial	0,24	0,13
Média	0,24	0,14

Fonte: Autora.

Após análise do quadro e do gráfico acima podemos dizer que:

- Quando se compara o teste de aderência para a cerâmica grés retificada, entre a técnica proposta e a técnica convencional, observa-se que existe diferença entre as médias de ambas as técnicas. Isto está indicando que a técnica proposta é melhor que a técnica convencional, já que o fator crítico é igual a 4,494 e o fator calculado é igual a 24,96. Os resultados obtidos no teste de resistência de aderência para a cerâmica grés retificada através da técnica proposta apresentou uma média de 0,238 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,149 MPa, portanto a resistência de aderência a tração obtida através da técnica proposta é 37,39% superior.
- Comparando o teste de aderência para cerâmica grés porcelanato, entre a técnica proposta e a técnica convencional, constata-se que existe diferença entre as médias das duas técnicas, indicando que a técnica proposta é superior a técnica convencional, já que o fator crítico é igual a 4,414 e o fator calculado é de 60,172; isto é, quanto maior o fator calculado em relação ao fator crítico, maior é a diferença entre as médias de ambas as técnicas. Os resultados obtidos no teste de resistência de aderência para a cerâmica grés porcelanato através da técnica proposta apresentou uma média de 0,265 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,136 MPa, assim pode-se afirmar que a resistência de aderência a tração para a técnica proposta é 48,68% superior.
- Ao comparar o teste de aderência para a cerâmica grés comercial, entre a técnica proposta e a técnica convencional, constata-se que existe relativa diferença significativa entre as duas técnicas. Isto indica que a técnica proposta é melhor que a técnica convencional, já que o fator crítico é igual a 4,494 e o fator calculado é igual a 30,874.

➤ Os resultados obtidos no teste de resistência de aderência para a cerâmica grés comercial através da técnica proposta apresentou uma média de 0,237 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,129 MPa, portanto a resistência de aderência a tração para a técnica proposta é 45,2% superior.

Os valores médios apresentados nas Tabelas anteriores mostram a influência das máquinas e ferramentas propostas na resistência de aderência, independentemente de qualquer outra variável. Os valores médios da resistência de aderência obtidos sobre o assentamento dos revestimentos cerâmicos pela técnica proposta são superiores aos obtidos pela técnica convencional, comprovando que as máquinas e ferramentas propostas aumentam a eficiência da técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos.



## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS PROPOSTAS NO ASSENTAMENTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Após a análise geral e individual entre as diversas variáveis, pode-se observar que a técnica proposta com a utilização das novas máquinas e ferramentas apresenta vantagens em praticamente todos os itens analisados.

O tempo de limpeza inicial foi reduzido em média 37% apenas com a substituição de utensílios com melhor qualidade, como por exemplo, a vassoura.

Para o preparo da argamassa colante foi utilizado o batedor industrial (misturador). Este equipamento proporcionou a redução do tempo de preparo de argamassa colante em média 0,67min/kg, (73%). Apresentando também vantagens quanto à homogeneidade da argamassa, a facilidade em realizar a mistura e a facilidade de locomover o equipamento, verificado durante a pesquisa.

Para aplicação da argamassa colante utilizou-se o aplicador contínuo de argamassa colante que distribuiu a argamassa de forma mais uniforme, agilizando a técnica de aplicação da argamassa e evitando o desperdício do material. O tempo de aplicação da argamassa colante foi reduzido em média 1,9min/m<sup>2</sup>, ou 73%.

O tempo de aplicação da cerâmica foi reduzido em média 31%, em função de se ter um carrinho para transportar a cerâmica até o local de assentamento da cerâmica.

A introdução das máquinas e ferramentas propostas significou também economia de materiais. A quantidade de argamassa colante foi reduzida em média 25%.

Para realizar os recortes da cerâmica foram utilizados o marcador de cerâmica e o cortador. Estas ferramentas conferem maior eficiência na transferência das medidas para realizar o corte e melhoram a qualidade no acabamento (evitando dentes na cerâmica). A redução do tempo para realizar os recortes das peças

cerâmicas foi em média de 10,5min/ambiente, ou seja, 47%, e a quantidade de sobra de recortes reduziram em média 51%, ou 2,18kg/ambiente.

## 5.2 REJUNTAMENTO DA CERÂMICA GRÉS RETIFICADA E GRÉS PORCELANATO

O comparativo entre as técnicas proposta e a convencional de aplicação de rejuntas foi realizado aplicando-se o rejunte comum flexível através da técnica convencional, e o rejunte epóxi através da técnica proposta. Cada tipo de rejunte exige a utilização da técnica adequada para sua execução, sendo que, para aplicação do rejunte epóxi a realização das tarefas leva mais tempo, mas a qualidade é superior em relação ao rejunte comum flexível.

O tempo de limpeza do ambiente para aplicação do rejunte epóxi foi em média 2,65min/m<sup>2</sup>. O rejunte epóxi exige que a limpeza seja mais eficiente, não podendo ficar nenhum resíduo de pó, gordura ou qualquer outra substância. Portanto a forma de limpeza para o rejunte comum é de 0,67min/m<sup>2</sup>, concluindo que para o rejunte epóxi o tempo é de 74% maior.

O tempo de preparo do rejunte epóxi foi em média 38,5% maior que o tempo de preparo do rejunte comum flexível. Esse aumento no tempo de preparo deve-se ao fato de necessitar um cuidado especial nas proporções da mistura, para que esta seja homogênea, ou excelente mistura.

O tempo de aplicação do rejunte epóxi é em média 68% maior. Para a aplicação do rejunte epóxi utilizou-se a pistola pneumática que confere uma aplicação perfeita, sem necessidade de retoques e sem desperdício de material.

Em relação a quantidade de rejunte, o epóxi teve um consumo médio de 14,5% superior ao rejunte comum flexível. Esse consumo maior deve-se ao uso da pistola pneumática que resulta num preenchimento uniforme e contínuo do espaçamento a ser rejuntado. O rejunte comum aplicado com a técnica convencional, ou seja, manualmente não apresenta regularidade e uniformidade no preenchimento dos espaços podendo interferir na qualidade, acabamento e durabilidade do rejuntamento.

O tempo para limpeza final para o rejunte epóxi é em média 66% superior ao rejunte comum flexível, por possuir na sua composição resinas exigindo que sua limpeza seja realizada com cuidado, evitando manchar o revestimento cerâmico.

Como mencionado anteriormente, embora a técnica de aplicação do rejunte epóxi seja mais demorada, este tipo de rejunte é de qualidade superior ao rejunte comum flexível, apresentando vantagens como facilidade na limpeza, maior durabilidade e melhor acabamento, sendo recomendado para ambientes onde se necessita mais higiene.

### 5.3 REJUNTAMENTO DA CERÂMICA COMERCIAL

Avaliou-se também a influência da qualidade das ferramentas na técnica convencional, coletando os dados no rejuntamento da cerâmica grés comercial.

Concluiu-se que a qualidade das ferramentas utilizadas influenciou reduzindo em média 43% o tempo de limpeza do ambiente e o tempo de preparo do rejunte em 29%. O tempo de aplicação do rejunte foi reduzido em 8%. Além disso, com as ferramentas desgastadas usou-se maior quantidade de rejunte, 37% mais do que com as ferramentas novas. Assim como com ferramentas novas levou-se 24% menos tempo para realizar a limpeza final do rejunte.

Portanto, fica evidente a importância do bom estado de conservação das ferramentas a serem utilizadas desde o preparo até a limpeza final do rejuntamento.

### 5.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DA ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Obteve-se através dos testes de resistência de aderência realizados com as cerâmicas grés retificada, grés porcelanato e grés comercial, analisados estatisticamente através do Teste F Anova Fator Único, para a técnica convencional e para a técnica proposta diferenças significativas.

Obteve-se no teste de resistência de aderência para a cerâmica grés retificada através da técnica proposta uma média de 0,24 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,15 Mpa, portanto resistência de aderência a tração obtida através da técnica proposta é 37,4% superior.

Os resultados obtidos no teste de resistência de aderência para a cerâmica grés porcelanato, através da técnica proposta, apresentaram uma média de 0,26 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,14 Mpa, assim pode-se afirmar que a resistência de aderência a tração para a técnica proposta é 48,68% superior.

Os resultados obtidos no teste de resistência de aderência para a cerâmica grés comercial através da técnica proposta apresentou uma média de 0,24 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,13 Mpa, portanto a resistência de aderência a tração para a técnica proposta é 44,3% superior.

As máquinas e ferramentas que mais influenciaram no aumento da resistência de aderência da cerâmica são o misturador industrial de argamassa, o vibrador e o nivelador de cerâmicas, que proporciona uma mistura mais homogênea e o aplicador de argamassa colante, pois aplica a argamassa de forma uniforme e nivelada proporcionando maior contato entre a argamassa e a cerâmica.

Os resultados obtidos nos testes, não deixam dúvidas que as máquinas e ferramentas propostas, influenciam na resistência de aderência, independentemente de qualquer outra variável. Os valores médios da resistência de aderência obtidos sobre o assentamento de pisos cerâmicos pela técnica proposta são superiores aos obtidos pela técnica convencional, comprovando que as máquinas e ferramentas propostas aumentam a eficiência da técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos.

Durante a pesquisa confirmou-se que a hipótese apresentada no projeto de pesquisa é verdadeira, portanto as máquinas e ferramentas propostas facilitam a aplicação de cerâmicas, melhoram a qualidade final do assentamento de pisos cerâmicos da obra e maximizam a produtividade, minimizando o desperdício.

Verificou-se ainda durante a pesquisa, que as máquinas e ferramentas propostas são mais eficientes e fáceis de serem operadas que aquelas utilizadas pela técnica tradicional.

## 5.5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesta pesquisa não foi considerado o efeito aprendizado, acredita-se que com o tempo de experiência a produtividade aumente ainda mais em relação à técnica convencional, então se sugere que se faça uma coleta de dados com uma equipe treinada e com experiência com estas máquinas e ferramentas para obter novos índices.

Sugere-se a realização de um estudo ergonômico sobre a utilização das máquinas e ferramentas propostas.

Seria importante fazer uma análise quantificando o custo dos insumos e da mão-de-obra envolvidos na colocação de pisos cerâmicos, para se obter um comparativo de custos entre a técnica proposta e a técnica convencional.

Sugere-se, realizar um estudo de viabilidade econômica da aquisição das máquinas e ferramentas propostas, fazendo uma análise de custo/benefício.

Pode-se realizar um estudo de desenvolvimento de máquinas e ferramentas que facilitem a aplicação de cerâmicas em fachadas.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan. Melhor que parece. **Revista Construção**, São Paulo, n. 2686, p. 6-11, ago.1999.

\_\_\_\_\_.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. **Alternativas para a redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo: PCC-USP/FINEP/ITQC, 1998. 5 v. Relatório final.

AMORIM, Sergio L. Inovação tecnológica nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 3, n. 3, p. 262-273, 1996.

ARAÚJO, Luiz Otávio Cocito de; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. A produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória: [s. n.], 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassas de assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos: determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência padrão: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13278**: Argamassas de assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos: determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13280**: Argamassas de assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos: determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR 13754**: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de tecnologia do ambiente construído com ênfase na construção habitacional**. Versão 1. Porto Alegre, 2001.

AZEREDO, Hélio Alves. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: EdUFSC, 1998.

CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo; SCARTEZINI, Luiz Maurício. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 4., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: [s. n.], 2001. p. 43 – 67.

\_\_\_\_\_; SCARTEZINI, Luiz Maurício Bessa. Evolução da resistência de aderência dos revestimentos de argamassa mista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória: [s. n.], 1999. p. 503 - 515.

COLOMBO, Ciliana Regina. **A qualidade de vida de trabalhadores da construção civil numa perspectiva holístico-ecológico**: vivendo necessidades no mundo trabalho-família. 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

\_\_\_\_\_; Bazzo, Walter Antônio. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional**: um enfoque CTS. [S. l.]: Organização de Estados Liberoamericanos para la Educacion, la Ciencia y la Cultura, [s. d.].

CRESCÊNCIO, Rosa M.; Barros, Mércia M. S. B. de. A influência do choque térmico na resistência à tração do revestimento decorativo monocamada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2003.

DACOL, Silvana. **O potencial tecnológico da indústria da construção civil**: uma proposta de modelo. 1996. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação

em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

FRANCO, Luiz Sérgio. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos em alvenaria estrutural não armada.** 1992. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1992.

\_\_\_\_\_. **Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisas.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. 1996. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 22 mar. 2006.

GEHBAUER, Fritz et al. **Planejamento e gestão de obras:** um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha. Curitiba: CEFET, 2002.

HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann; ANDRADE, Vanessa Adriano. A racionalização da execução de alvenarias do tipo convencional e estrutural através de inovações tecnológicas simples. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s. n.], 1994.

HIRSCHFELD, Henrique. **A construção civil e a qualidade.** São Paulo: Atlas, 1996.

JACOSKI, Cláudio. **Integração e a interoperabilidade em projetos de edificações: uma implementação com IFC/HML.** 2003. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto:** novos passos para o planejamento da qualidade de produção e serviços. São Paulo: Pioneira, 1992.

KRÜGER, José Adelino; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. Treinamento de assentamento de azulejos e pisos cerâmicos com argamassa colante visando a excelência do produto final. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s. n.], 2005.

LEVINE, David M.; BERENSON, Mark L.; STEPHAN, David. **Estatística:** teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LIBRAIS, Carlus Fabrício; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Produtividade da**



**mão-de-obra no assentamento de revestimento cerâmico interno de parede.**  
São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2001. Boletim técnico.

LIMA, Genildo Jerônimo Fernandes de; PAULINHO, Ana Adalgisa Dias; OLIVEIRA, Maria Luiza Lopes de. O desperdício na construção civil do Rio Grande do Norte: um estudo de caso em revestimento cerâmico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, UFSCar, São Carlos, 2003. **Anais...** São Carlos: [s. n.], 2003. Disponível em: <[www.antac.org.br](http://www.antac.org.br)>. Acesso em: 21 mar. 2006.

LINDNER, Gerson. **Uso de modelo reduzido para pesquisa e desenvolvimento de blocos cerâmicos estruturais.** 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MARANHÃO, Flávio L.; COSTA E SILVA, Ângelo J.; MEDEIROS, Jonas S.; BARROS, Mércia M. S. B. Influência do tipo de argamassa colante e do revestimento na microestrutura e na resistência de aderência. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2003.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção.** São Paulo: Saraiva, 2000.

MEDEIROS, Rita C. F.; MARANHÃO, Flávio L.; BARROS, Mercia M. S. B. Estudo da aderência de argamassas colantes em placas de gesso acartonado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2003.

MEREDITH, Jack R.; SHAFER, Scott M. **Administração da produção para MBAs.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

NAKAMURA, Jack R.; HAFER, SCOTT m. **Administração da produção para MBAs.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

OLIVEIRA, Ricardo R.; DALL’OGLIO, Simone; HAMERSKI, Aracelli; MARTINI, Carlos E. Estudo da produtividade em revestimentos com argamassa colante. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSA, 3., 1999, Vitória, 1999. **Anais...** Vitória: [s.n.], 1999.

PAES, Isaura Nazaré Lobato; CARASEK, Helena. Desempenho das argamassas de rejuntamento no sistema de revestimento cerâmico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 93-103, 2002. Disponível em: <http://www.antac.org.br/ambienteconstruido>>. Acesso em: 22 de março de 2006.

PICCHI, Flavio Augusto. **Sistemas de qualidade**: uso em empresas de construção. 1993. Tese (Doutorado), Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. Atualizando o levantamento de inovações tecnológicas simples em obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2004. Disponível em: <http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 22 mar. 2006.

RAMOS, Arnaldo da Silva. **Influência da dimensão modular da unidade na produtividade em alvenarias estruturais**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

REIS, Rubens José Pedrosa; NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Sistema de revestimento cerâmico**: Consultare, Cecrisa Revestimentos Cerâmicos S.A. Belo Horizonte: Curso de Engenharia Civil da FE-FUMEC, 2004. Disponível em: [www.cecrisa.com.br/principal/dados/sistema\\_revestimentos.pdf](http://www.cecrisa.com.br/principal/dados/sistema_revestimentos.pdf). Acesso em: 12 mar. 2006.

REIS, Palmyra F.; MELHADO, Silvio B. A gestão da qualidade e a produção de revestimentos em argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória: [s. n.], 1999. p. 699-714.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3. ed. São Paulo: Pini, 2001.

ROMAN, Humberto Ramos et al. **Desenvolvimento de técnicas de avaliação e critérios de desempenho de materiais e componentes da construção**. Departamento de Engenharia Civil, Grupo de Pesquisa em Construção, Grupo de Desenvolvimento de Sistemas em Alvenaria, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001 Disponível em: [www.habitare.org.br](http://www.habitare.org.br)>. Acesso em: 21 mar. 2006.

ROMAN, Leslie M.F.; SAGAVE, André; ROMEN, H. R.; ALARCON, Orestes E. Análise da resistência de aderência em sistemas de revestimento cerâmico

submetido à ciclos higrotérmicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5., 2003. São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2003.

SABBATINI, Fernando Henrique; **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

\_\_\_\_\_; BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. São Paulo, 2001. Disponível em: <[www.antac.org/ambienteconstruido](http://www.antac.org/ambienteconstruido)>. Acesso em: 17 mar. 2006.

SCARTEZINI, Luiz Maurício; CARASEK, Helena. Fatores que exercem influência na resistência de aderência à tração dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5., 2003. São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2003. p. 570-580.

SILVA, Alisson Hoffmann. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos cerâmicos e de concreto**. 2002. 171 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SOIBELMAN, Lúcio, FRANCHI, Cláudia de Cesare, FORMOSO, Carlos Torres. As perdas de materiais na indústria da construção civil. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: GESTÃO E TECNOLOGIA, 2., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, [s. d.].

SOUZA, A. L. R.; Barros, M. M. B.; Melhado, S. B. **Projeto e inovação tecnológica na construção de edifícios: implantação no processo tradicional e em processos inovadores**. São Paulo, EPUSP, 1995. Boletim Técnico do Dep. de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/104

SOUZA, Roberto de et al. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996.

SOUZA, Túlio Oliveira de.; MENEGON, Nilton Luiz. **Estratégia de avaliação de ferramentas manuais focadas na percepção dos trabalhadores**. São Carlos: Grupo ERGO&Ação/D.E.P./Universidade Federal de São Carlos-SP, [s. d.].

TAUBE, Charles Rafael; GAVA, Giovanna Patrícia; COURI PETRAUSKI, Sandra

Maria Ferreira. Avaliação das propriedades de uma argamassa de revestimento industrializada em comparação a uma argamassa produzida em obra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2003.

TEMOCHE-ESQUIVEL, Juan Francisco; SIMÕES, João Roberto Leme. Uso dos revestimentos cerâmicos na cidade de São Paulo: prédios residenciais, região sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s. n.], 2002. p. 2185.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

WOMACK, Jim; JONES, Daniel. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute, 1999.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed., Porto Alegre: Bookman, 2002.

## GLOSSÁRIO

Grés (lê-se grês): cerâmica com absorção de água entre 0,5 e 3%.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Grés-porcelanato: o mesmo que porcelanato.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Porcelanato: cerâmica muito resistente, com massa impermeável (0% de absorção de água). Também chamado de Grés-porcelanato ou Grés-porcelânico.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Semigrés: grupo de cerâmica com absorção de água entre 3 e 6%.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Semiporoso: grupo de cerâmica com absorção de água entre 6 e 10%.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Absorção de água: porcentagem de água absorvida pela cerâmica em relação a seu próprio volume. Mede a porosidade da massa.

<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Coeficiente de atrito: índice que mede a aderência da superfície da placa cerâmica e determina se ela é antiderrapante.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Dureza Mohz: avalia a dureza do esmalte de uma cerâmica e sua resistência a riscos causados pelo atrito com a areia.  
<http://arquitetura.abril.uol.com.br/semsegredos/ceramica/06.shtml> 29/03/06

Reologia: é originada da palavra grega rhein que significa escorrer, podendo então ser definida como o estudo da deformação e escoamento da matéria (Tanner *apud* Rago *apud* Maranhão, 2003).

Tardo: verso da placa cerâmica. (MARANHÃO et al., 2003).

## APÊNDICES A - PLANILHAS PARA O LEVANTAMENTO E COLETA DE DADOS

APÊNDICE A1 - Levantamento dos dados – identificação das construtoras para selecionar aplicar a pesquisa proposta.

Empresas: Endereço: Fone/fax/e-mail:	Comentários/ observações
Classificação da empresa quanto ao porte: -pequeno porte: até.....m <sup>2</sup> -médio porte: até.....m <sup>2</sup> -grande porte: acima.....m <sup>2</sup> ( ) pequena ( ) média ( ) grande *fonte da informação:	
Nº de funcionários afetivos:	
Nº de funcionários terceirizados: Por que?	
Tempo de atuação da empresa no mercado:	
Quantidade de empreendimentos (comercial) construídos nos últimos 5 anos: -pequeno porte: -médio porte: -grande porte:	
Quantidade de empreendimentos (residencial) construídos nos últimos 5 anos: -pequeno porte: -médio porte: -grande porte:	
Índice obras entregues no prazo nos últimos 5 anos: -pequeno porte: -médio porte: -grande porte:	
Tipo de revestimento previsto para piso nas obras atuais: -pequeno porte: -médio porte: -grande porte:	
Quantidade de obras comerciais em construção: -pequeno porte: -médio porte: -grande porte:	
Quantidade de obras residenciais em construção: -pequeno porte: -médio porte: -grande porte:	
OBS:	

Fonte: Autora.

## APÊNDICE A2 - Planilha para a coleta de dados do assentamento do revestimento cerâmico.

LEVANTAMENTO DE DADOS NO ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO						
OBRA:				MÉTODO CONVENCIONAL ( )		
RESPONSÁVEL:		DATA:			NOVO MÉTODO ( )	
Nº AP.:		AMBIENTE /..... m <sup>2</sup>			ÁREA TOTAL DO AMBIENTE:	
Tipo da cerâmica:						
Tamanho da cerâmica:						
Paginação: Normal( ) 45º( ) outras:						
VERIFICAÇÕES DE ROTINA						
Data	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	Total	OBS:
Tempo p/ limpeza ambiente (min/m <sup>2</sup> )						
Tempo de mistura da argamassa (min/Kg)						
Tempo de aplicação da argamassa colante (min/m <sup>2</sup> )						
Quantidade de argamassa (Kg/m <sup>2</sup> )						
Tempo p/ realizar os recortes (min/ambiente)						
Quantidade de refugos/sobras (Kg)						
Retrabalho (Hh)						
Tempo p/ limpeza final (min/m <sup>2</sup> )						
VERIFICAÇÃO FINAL						
	Desvios encontrados				OBS:	
Nivelamento do contrapiso						
Alinhamento das juntas						

OBJETIVO: registrar todas as informações que fazem parte do assentamento do revestimento cerâmico.

Fonte: Autora.



## APÊNDICE A3 - Planilha para coleta de dados do rejuntamento cerâmico.

LEVANTAMENTO DE DADOS DA APLICAÇÃO DO REJUNTAMENTO						
OBRA:				MÉTODO CONVENCIONAL ( )		
RESPONSÁVEL:	DATA:			NOVO MÉTODO ( )		
Nº AP.:	AMBIENTE:			ÁREA TOTAL DO AMBIENTE:		
Tipo do rejunte:						
Tipo da cerâmica:						
Tamanho da cerâmica:						
Paginação:	Normal( )		45º( )		outras:	
VERIFICAÇÕES DE ROTINA						
Data	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	Total	OBS:
Tempo p/ limpeza inicial (min/m²)						
Tempo de preparo do rejunte (min/Kg)						
Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)						
Quantidade de rejunte (Kg/m²)						
Tempo p/ limpeza do rejuntamento (min/m²)						
Quantidade de sobra (Kg)						
Retrabalho (Hh)						
VERIFICAÇÃO FINAL						
	Desvios encontrados				OBS:	
Nivelamento do rejunte (visual)						
Falhas de rejuntamento						

OBJETIVO: registrar todas as informações que fazem parte do rejuntamento do revestimento cerâmico.

Fonte: Autora.

APÊNDICES B - COLETA DE DADOS DO ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO  
CERÂMICO GRÉS RETIFICADO

Em todas as tabelas e gráficos abaixo, os dados são referentes ao assentamento de revestimento cerâmico grés retificado, apresentando a técnica proposta e a técnica convencional.

Tabela B1 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de limpeza do ambiente, (min/m<sup>2</sup>), na aplicação da cerâmica grés retificada.

Ap.	1-Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	Ap.	1-Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	0,25	-103	0,34	101-103	0,25	0,34	0,09
201	0,3	-203	0,35	201-203	0,3	0,35	0,05
301	0,35	-303	0,4	301-303	0,35	0,4	0,05
401	0,24	-403	0,45	401-403	0,24	0,45	0,21
501	0,2	-503	0,4	501-503	0,2	0,4	0,2
601	0,25	-603	0,5	601-603	0,25	0,5	0,25
701	0,21	-703	0,8	701-703	0,21	0,8	0,59
801	0,2	-803	0,36	801-803	0,2	0,36	0,16
901	0,28	-903	0,4	901-903	0,28	0,4	0,12
MÉDIA					0,25	0,44	0,19

Ap.	1-Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	Ap.	1-Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	0,25	-103	0,34	101-103	0,25	0,34	0,09
201	0,3	-203	0,35	201-203	0,3	0,35	0,05
301	0,35	-303	0,4	301-303	0,35	0,4	0,05
401	0,24	-403	0,45	401-403	0,24	0,45	0,21
501	0,2	-503	0,4	501-503	0,2	0,4	0,2
601	0,25	-603	0,5	601-603	0,25	0,5	0,25
701	0,21	-703	0,8	701-703	0,21	0,8	0,59
801	0,2	-803	0,36	801-803	0,2	0,36	0,16
901	0,28	-903	0,4	901-903	0,28	0,4	0,12
MÉDIA					0,25	0,44	0,19

Fonte: Autora.

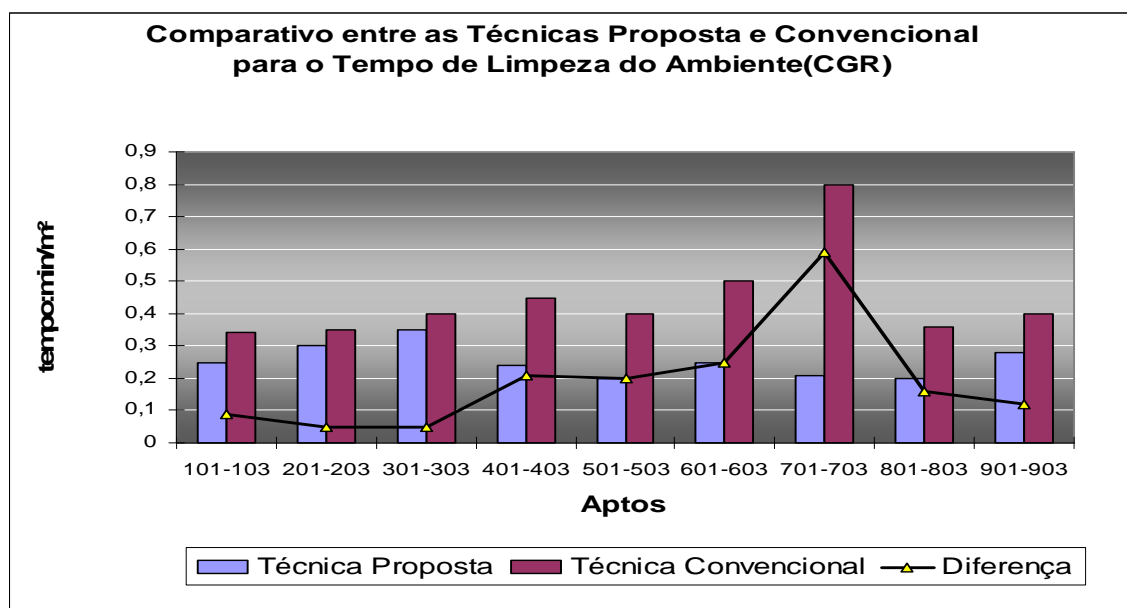


Gráfico B1 - Comparativo entre as técnicas e proposta e convencional para o tempo de limpeza do ambiente, (min/m²), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B2 - Comparativo entre as técnicas e proposta e convencional para o tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Ap.	2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	Ap.	2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença entre as técnicas
101	0,2	-103	0,9	101-103	0,2	0,9	0,7
201	0,17	-203	0,85	201-203	0,17	0,85	0,67
301	0,2	-303	1,05	301-303	0,2	1,05	0,85
401	0,2	-403	0,85	401-403	0,2	0,85	0,65
501	0,23	-503	0,9	501-503	0,23	0,9	0,67
601	0,25	-603	0,85	601-603	0,25	0,85	0,6
701	0,25	-703	0,95	701-703	0,25	0,95	0,7
801	0,25	-803	0,85	801-803	0,25	0,85	0,6
901	0,25	-903	0,9	901-903	0,25	0,9	0,65
				MEDIA	0,22	0,9	0,67

Fonte: Autora.

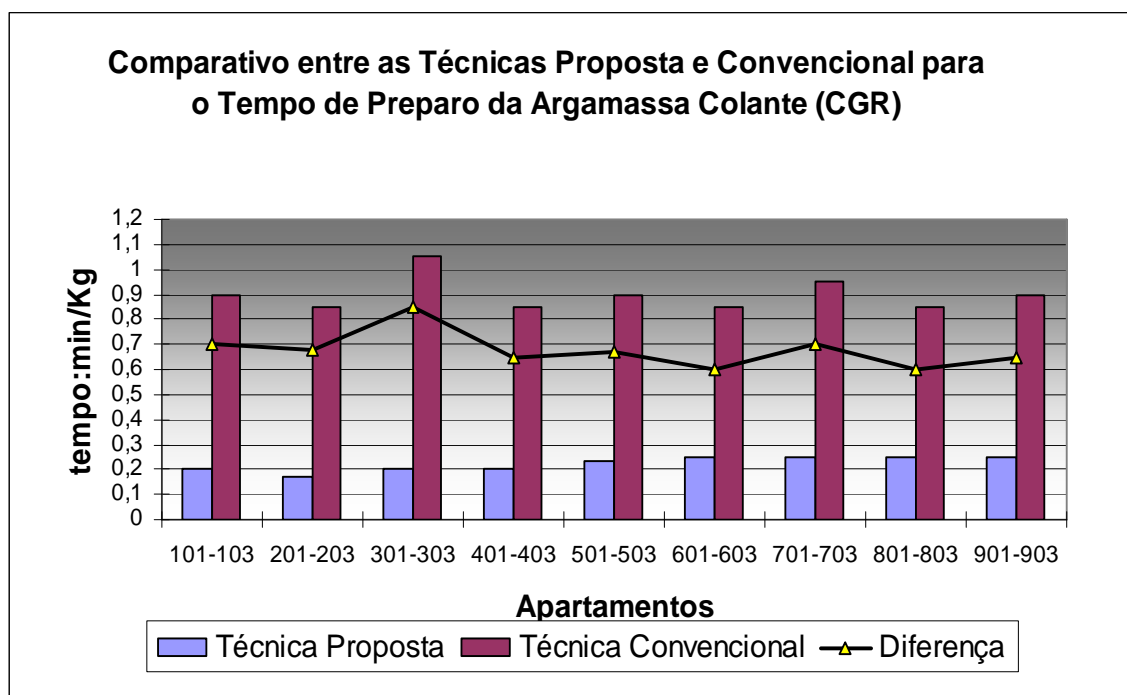


Gráfico B2 - Comparativo entre as técnicas e proposta e convencional para o tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B3 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Ap.	3-Tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ )	Ap.	3-Tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença entre as técnicas
101	0,6	-103	3	101-103	0,6	3	2,4
201	0,7	-203	2,5	201-203	0,7	2,5	1,8
301	0,65	-303	3	301-303	0,65	3	2,35
401	0,75	-403	2,3	401-403	0,75	2,3	1,55
501	0,6	-503	2,5	501-503	0,6	2,5	1,9
601	0,7	-603	2,4	601-603	0,7	2,4	1,7
701	0,8	-703	3	701-703	0,8	3	2,2
801	0,8	-803	2,5	801-803	0,8	2,5	1,7
901	0,7	-903	2,5	901-903	0,7	2,5	1,8
				MÉDIA	0,7	2,63	1,93

Fonte: Autora.

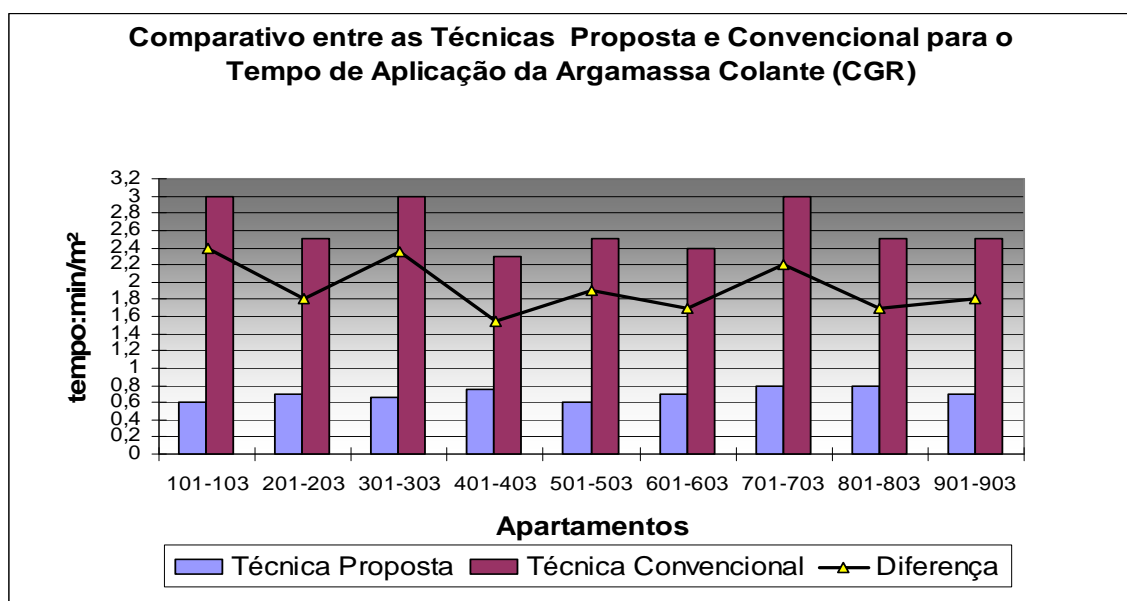


Gráfico B 3- Comparativo entre as técnicas e proposta e convencional para o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B4 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de assentamento do revestimento grés retificado (min/m²).

Ap.	4-Tempo aplicação da cerâmica (min./m²)	Ap.	4-Tempo de aplicação da cerâmica (min./m²)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença entre as técnicas
101	12	-103	17	101-103	12	17	5
201	13	-203	17	201-203	13	17	4
301	14	-303	18	301-303	14	18	4
401	15	-403	20	401-403	15	20	5
501	17	-503	15	501-503	17	15	-2
601	13	-603	19	601-603	13	19	6
701	12	-703	16	701-703	12	16	4
801	14	-803	19	801-803	14	19	5
901	11	-903	20	901-903	11	20	9
				MÉDIA	13,44	17,80	4,44

Fonte: Autora.

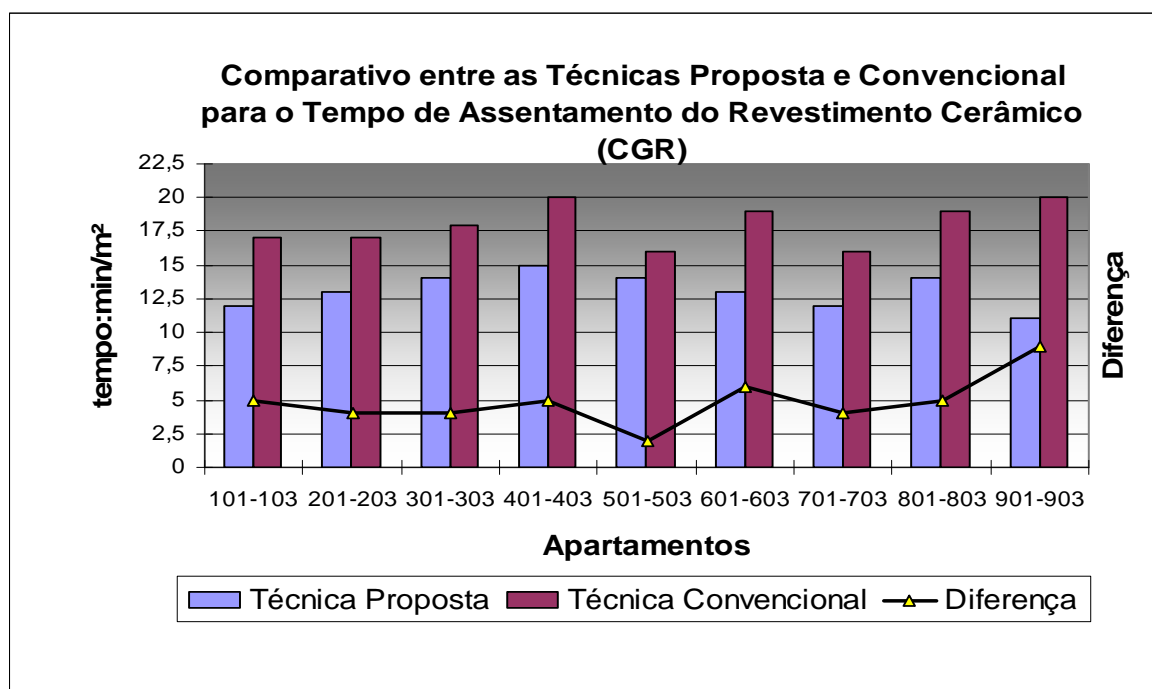


Gráfico B4 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da cerâmica grés retificada (min/m²).

Fonte: Autora.

Tabela B5 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de argamassa colante (kg/m<sup>2</sup>), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Ap.	5-Quantidade argamassa colante (kg/m <sup>2</sup> )	Ap.	5-Quantidade argamassa colante (kg/m <sup>2</sup> )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença entre as técnicas
101	4,3	-103	6	101-103	4,3	6	1,7
201	4,1	-203	5,2	201-203	4,1	5,2	1,1
301	4,5	-303	5,5	301-303	4,5	5,5	1
401	4,8	-403	5,8	401-403	4,8	5,8	1
501	4,5	-503	6	501-503	4,5	6	1,5
601	5,1	-603	6,5	601-603	5,1	6,5	1,4
701	4,5	-703	5,5	701-703	4,5	5,5	1
801	3,8	-803	6	801-803	3,8	6	2,2
901	5,2	-903	6,5	901- 903	5,2	6,5	1,3
				MÉDIA	4,53	5,88	1,35

Fonte: Autora.

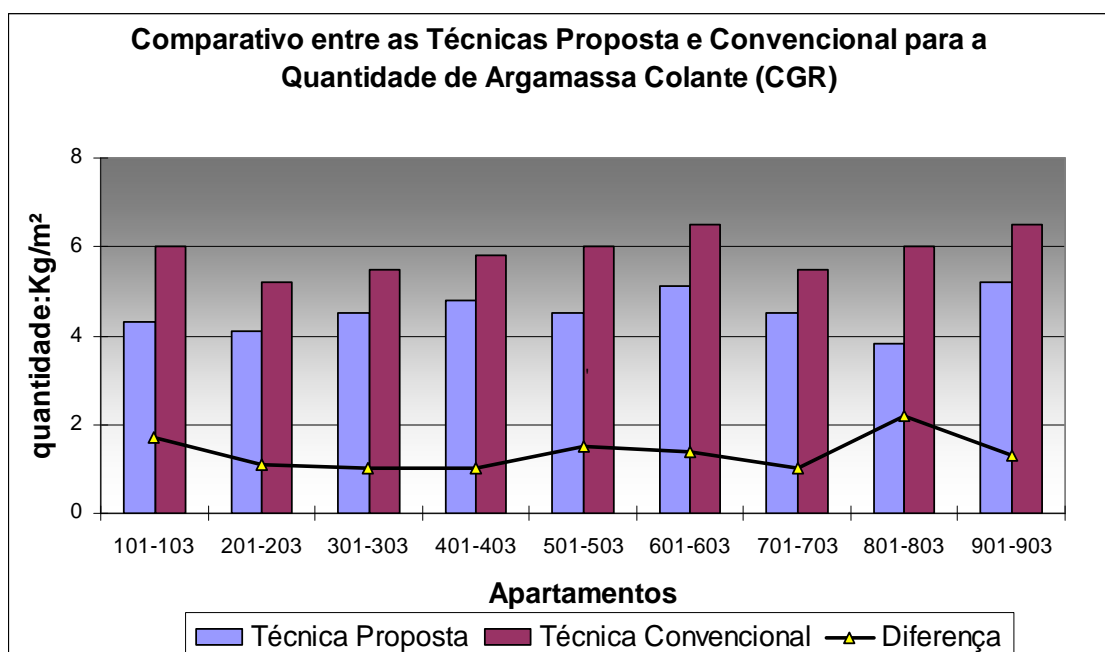


Gráfico B5 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de argamassa colante (kg/m<sup>2</sup>), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

É importante observar que nos apartamentos 603 e 903, onde foi aplicado o revestimento cerâmico através da técnica convencional, houve um problema de nivelamento de contrapiso que resultou em um maior consumo de argamassa colante, isso pode ser observado na tabela B5 e no gráfico B5.

A correção do desnivelamento do contrapiso realizado com argamassa colante pode ser considerada um erro de execução. O correto seria fazer uma regularização do contrapiso antes de iniciar o assentamento cerâmico, além disso, o custo da argamassa colante é maior.



Tabela B6 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para verificar o tempo realizar os recortes das peças cerâmicas (min), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Ap.	6-Tempo p/ realizar os recortes (min)	Ap.	6-Tempo p/ realizar os recortes (min)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença entre as técnicas
101	6	-103	12	101-103	6	12	6
201	5	-203	14	201-203	5	14	9
301	5	-303	13	301-303	5	13	8
401	4	-403	17	401-403	4	17	13
501	5	-503	20	501-503	5	20	15
601	3	-603	12	601-603	3	12	9
701	4	-703	19	701-703	4	19	15
801	5	-803	18	801-803	5	18	13
901	6	-903	12	901-903	6	12	6
				MÉDIA	4,77	15,22	10,44

Fonte: Autora.

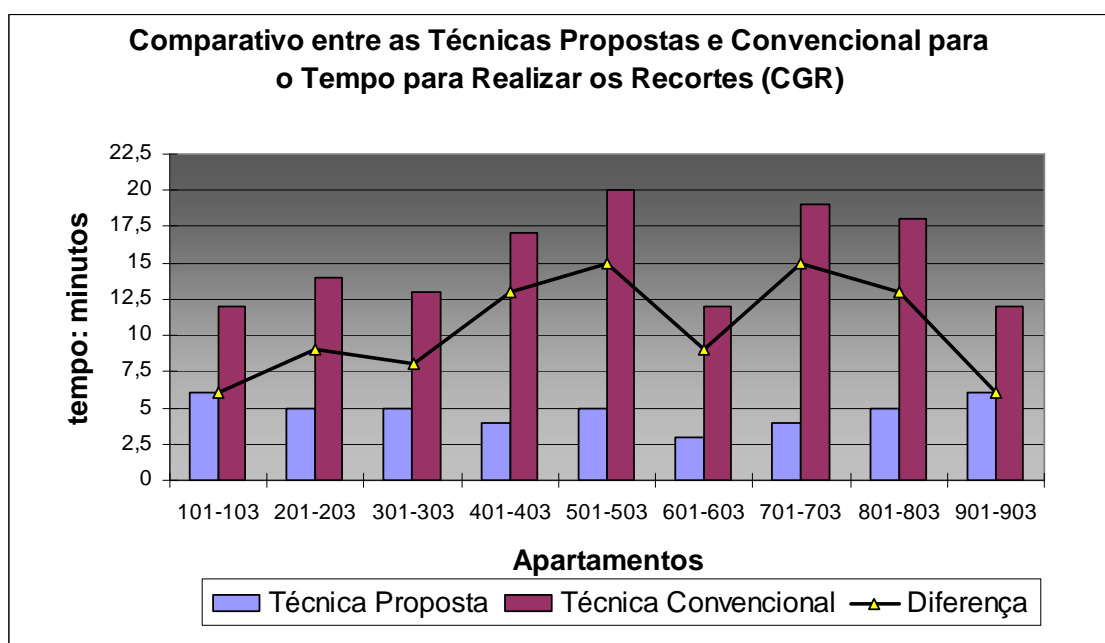


Gráfico B6 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para verificar o tempo realizar os recortes das peças cerâmicas (min), no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B7 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de sobras (Kg), ou seja, a quantidade de sobras ou refugos das peças cerâmicas recortadas, no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Ap.	7-Quantidade refugos (kg)	Ap.	7-Quantidade refugos (kg)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença entre as técnicas
101	2	-103	5	101-103	2	5	3
201	1,5	-203	2,2	201-203	1,5	2,2	0,7
301	1,8	-303	3,5	301-303	1,8	3,5	1,7
401	2,5	-403	3	401-403	2,5	3	0,5
501	2	-503	4	501-503	2	4	2
601	1,5	-603	3,5	601-603	1,5	3,5	2
701	2	-703	3,3	701-703	2	3,3	1,3
801	1,5	-803	8	801-803	1,5	8	6,5
901	2	-903	4	901-903	2	4	2
				MÉDIA	1,86	4,05	2,18

Fonte: Autora.

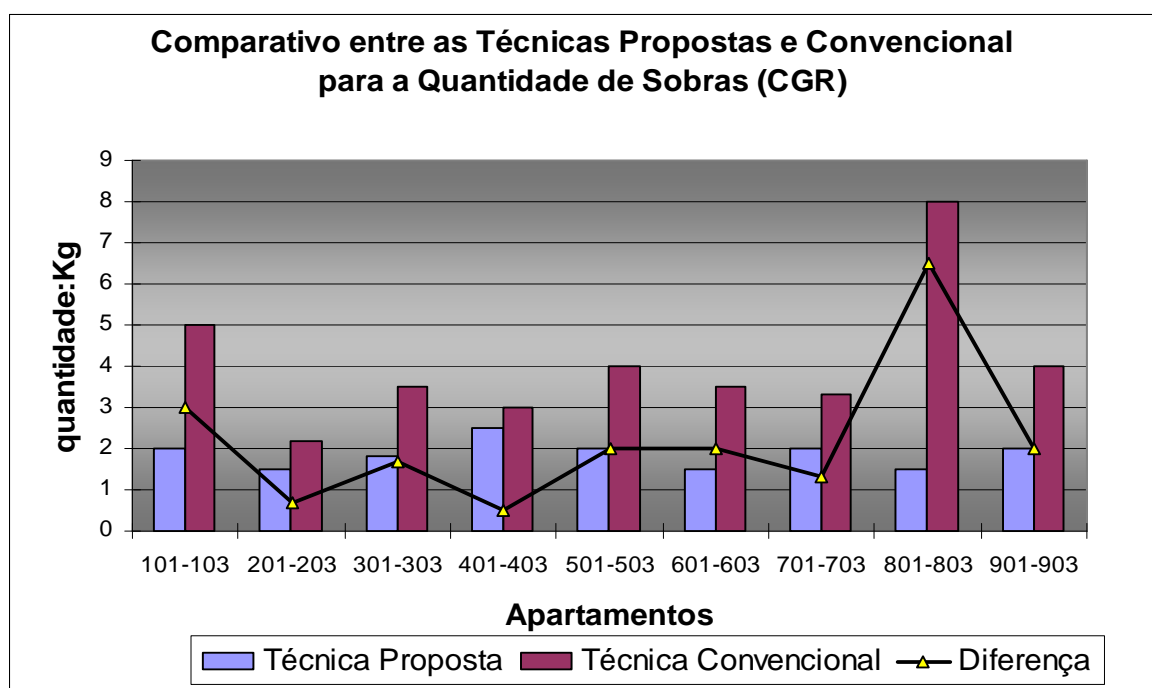


Gráfico B7 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de sobras (kg), ou seja, a quantidade de sobras das peças cerâmicas recortadas ou quebradas, no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B8 - Comparativo entre as Técnicas Proposta e Convencional para o Total dos itens analisados, na aplicação da cerâmica Grés Retificada.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	2,28	4
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	2	8,1
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	6,3	23,7
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	121	161
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	40,8	53
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	43	137
7-Quantidade refugos (kg)	16,8	36,5

Fonte: Autora.

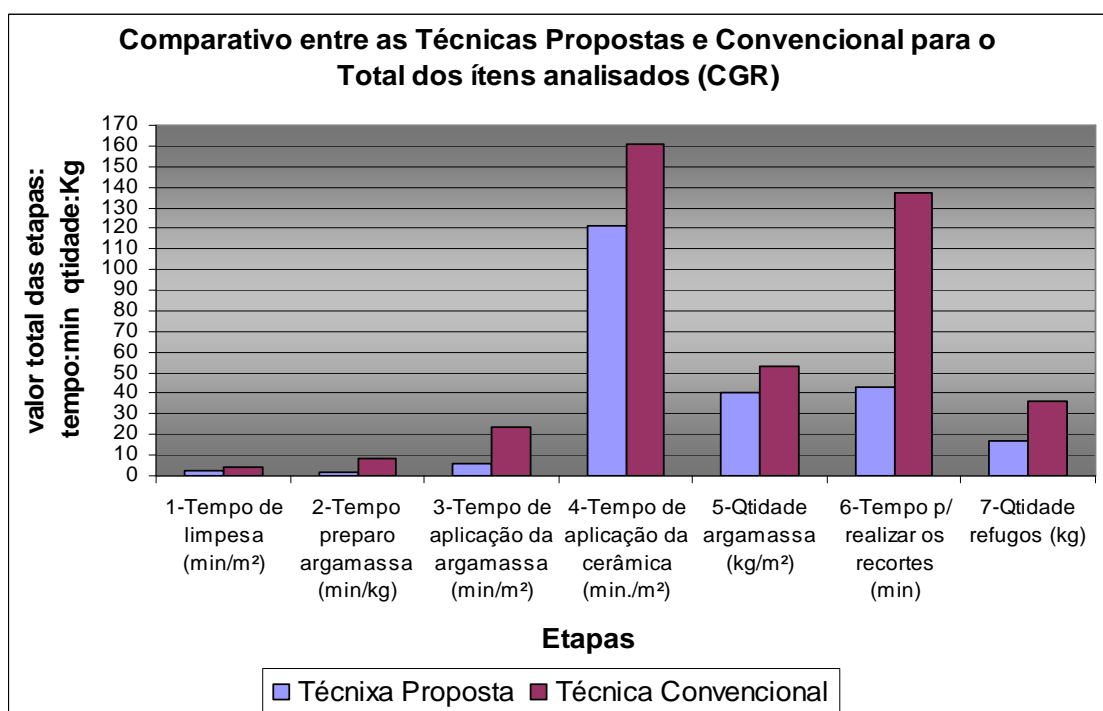


Gráfico B8- Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o total dos itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B9 - Média dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grês retificado.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	0,25	0,44
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	0,22	0,90
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	0,70	2,63
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	13,44	17,89
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	4,53	5,89
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	4,78	15,22
7-Quantidade refugos (kg)	1,87	4,06

Fonte: Autora.

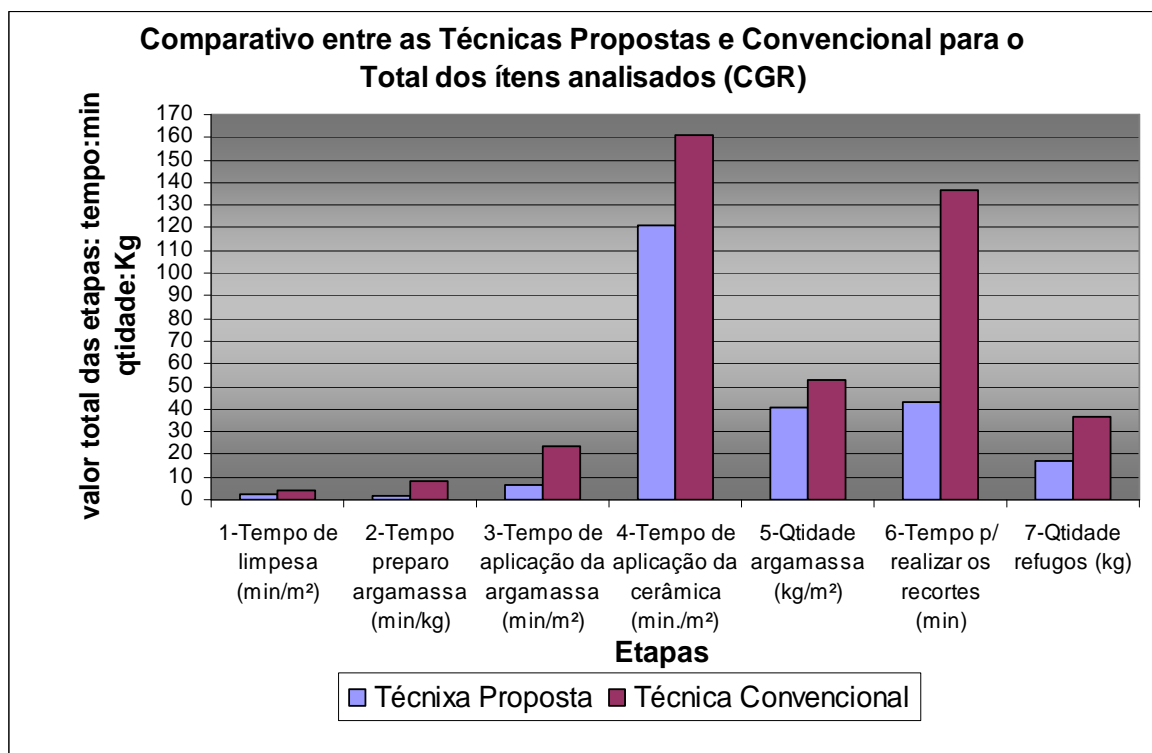


Gráfico B9 - Média dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grês retificado.

Fonte: Autora.

Tabela B10 - Desvio padrão dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min/m²)	0,05	0,14
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	0,03	0,07
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m²)	0,07	0,28
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m²)	1,81	1,76
5-Quantidade argamassa (kg/m²)	0,45	0,4
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m²)	0,97	3,27
7-Quantidade refugos (kg)	0,33	1,67

Fonte: Autora.

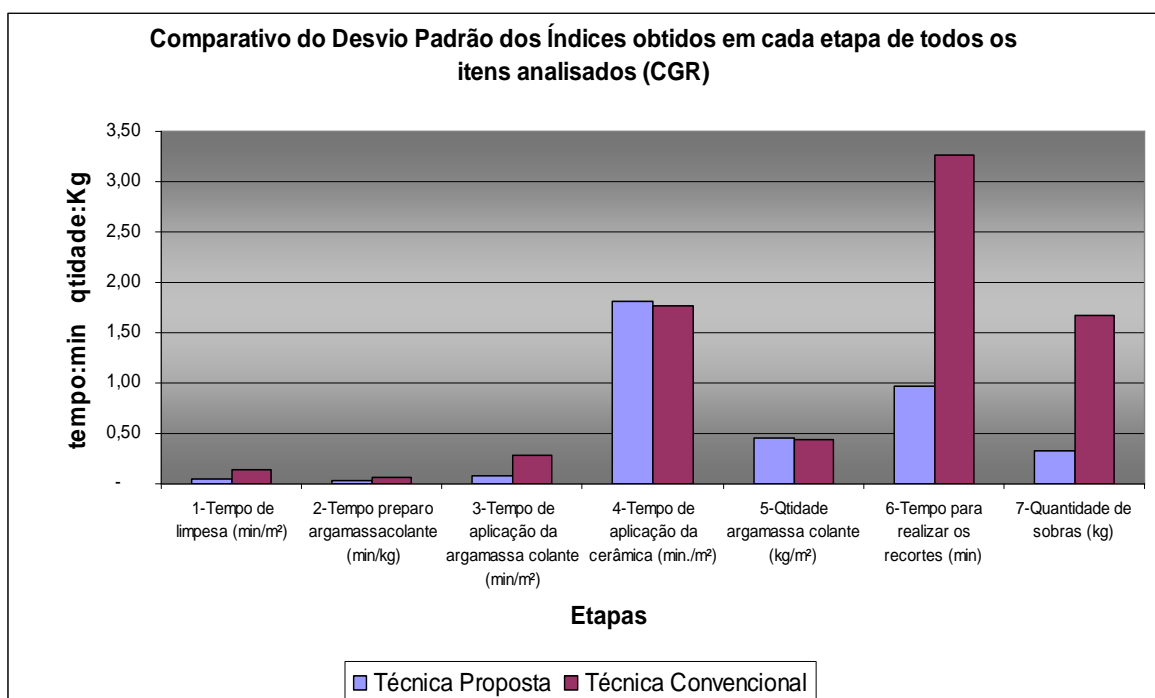


Gráfico 10- Comparativo do desvio padrão dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

APÊNDICES C - COLETA DE DADOS DO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO  
CERÂMICO GRÉS PORCELANATO

Tabela C1 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para tempo de limpeza do ambiente ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	0,15	0,2	0,05
2º	0,2	0,35	0,15
3º	0,13	0,2	0,07
4º	0,18	0,21	0,03
5º	0,25	0,23	-0,02
6º	0,16	0,28	0,12
7º	0,2	0,3	0,1
8º	0,25	0,31	0,06
9º	0,26	0,29	-0,01
MÉDIA	0,20	0,26	0,06

Fonte: Autora.

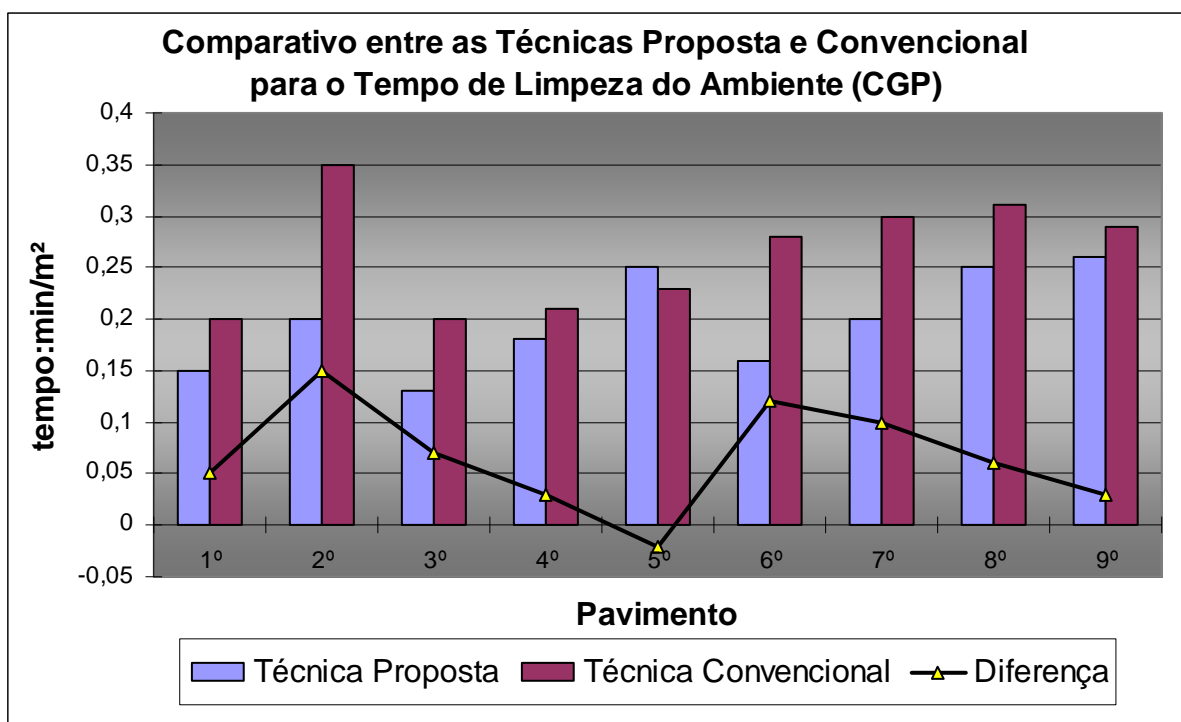


Gráfico C1 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para tempo de limpeza do ambiente ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C2 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	0,2	0,9	0,7
2º	0,17	0,85	0,67
3º	0,2	1,05	0,85
4º	0,2	0,85	0,65
5º	0,23	0,9	0,67
6º	0,25	0,85	0,6
7º	0,25	0,95	0,7
8º	0,25	0,85	0,6
9º	0,25	0,9	0,65
MÉDIA	0,22	0,90	0,68

Fonte: Autora.

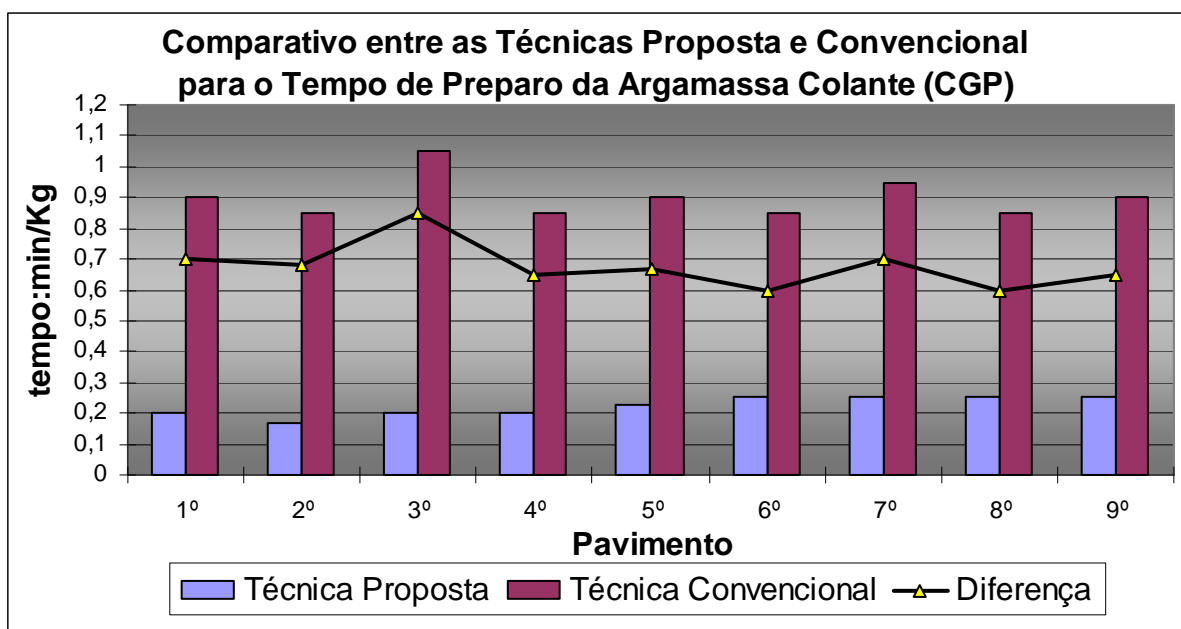


Gráfico C2 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.



Tabela C3 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	0,7	3	2,3
2º	0,65	3,1	2,45
3º	0,75	2,9	2,15
4º	0,6	2,4	1,8
5º	0,7	2,1	1,4
6º	0,8	2	1,2
7º	0,8	3	2,2
8º	0,7	2,5	1,8
9º	0,9	2,3	1,4
MÉDIA	0,73	2,59	1,86

Fonte: Autora.

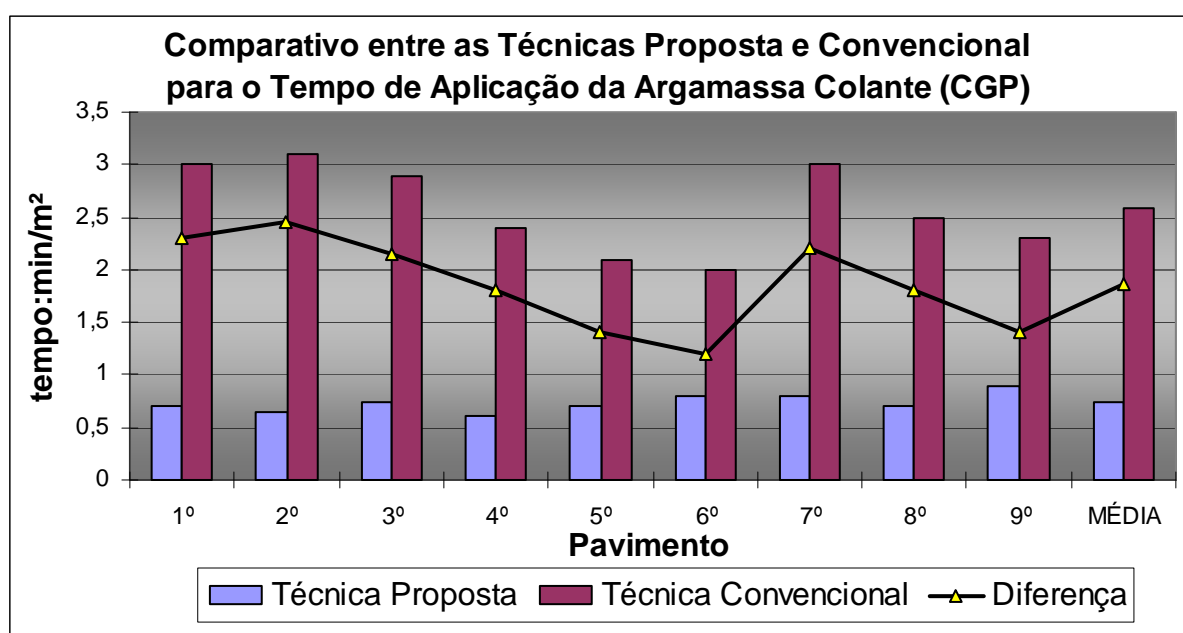


Gráfico C3 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C4 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	12	17	5
2º	13	17	4
3º	14	18	4
4º	15	20	5
5º	17	15	-2
6º	13	19	6
7º	12	16	4
8º	14	19	5
9º	11	20	9
MÉDIA	13,44	17,89	4,44

Fonte: Autora.

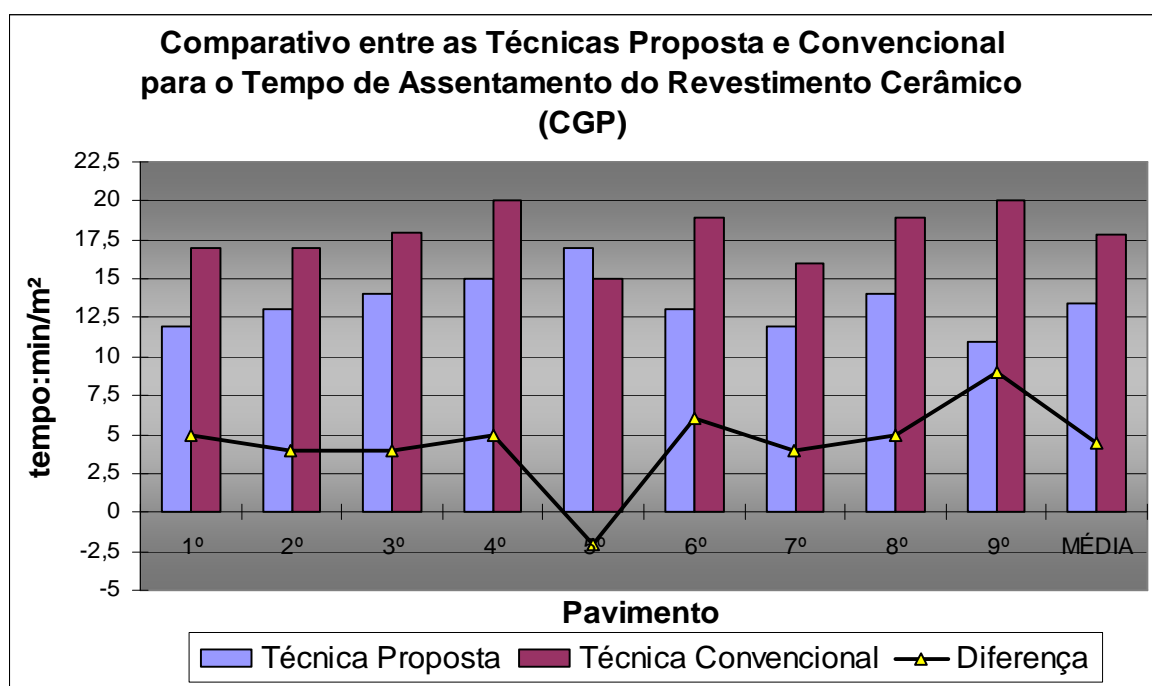


Gráfico C4 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C5 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de argamassa colante ( $\text{kg/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	4,3	5	0,7
2º	5	5	0
3º	4,5	5,5	1
4º	4,8	5	0,2
5º	4,5	6	1,5
6º	5,1	6,5	1,4
7º	4,5	5,5	1
8º	3,8	6	2,2
9º	5,2	5,5	0,3
MÉDIA	4,63	5,56	0,92

Fonte: Autora.

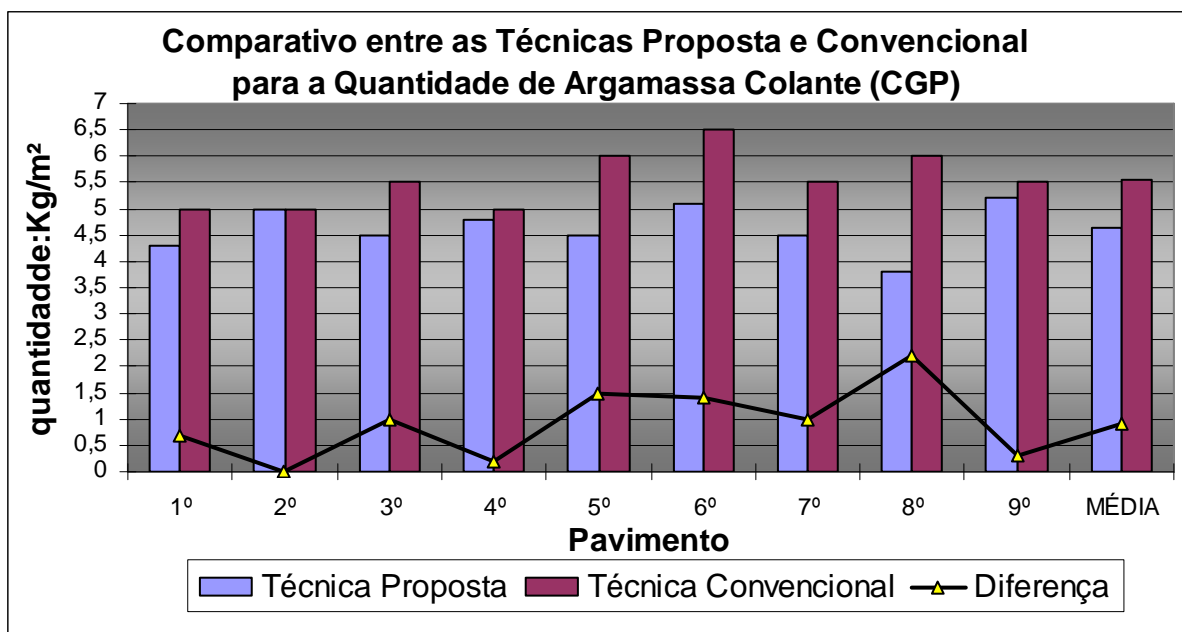


Gráfico C5 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de argamassa colante ( $\text{kg/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C6 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo para realizar os recortes (minutos), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	3	12	9
2º	2	14	12
3º	2,5	13	10,5
4º	4	14	10
5º	4,5	10	5,5
6º	3	12	9
7º	3,5	13	9,5
8º	4,2	15	0,8
9º	4	12	8
MÉDIA	3,41	12,78	9,37

Fonte: Autora.

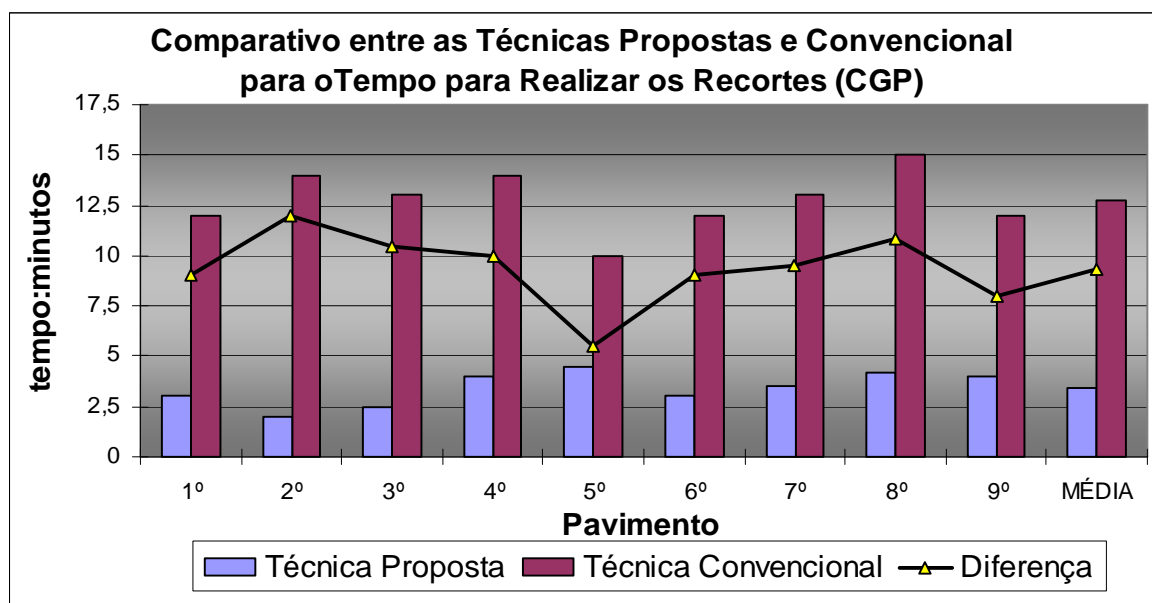


Gráfico C6 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo para realizar os recortes (minutos), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C7 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de sobras (kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Pavimento	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
1º	1	5	4
2º	1,5	2,2	0,7
3º	1,8	3,5	1,7
4º	1,3	3	1,7
5º	2	3	1
6º	1,5	3,5	2
7º	1,2	3,3	2,1
8º	1,5	4	2,5
9º	1	4	3
MÉDIA	1,42	3,50	2,08

Fonte: Autora.

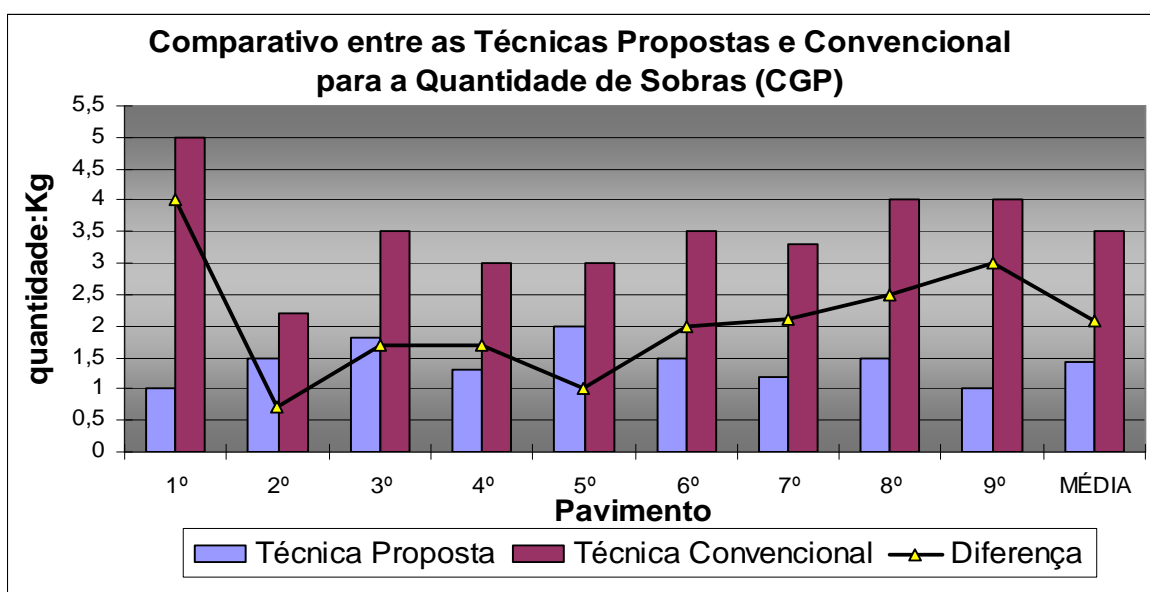


Gráfico C7- Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de sobras (kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C8 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o total dos itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	1,82	2,37
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	2	8,1
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	5,7	23,3
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	121	161
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	41,7	50
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	30,7	115
7-Quantidade refugos (kg)	12,8	31,5

Fonte: Autora.

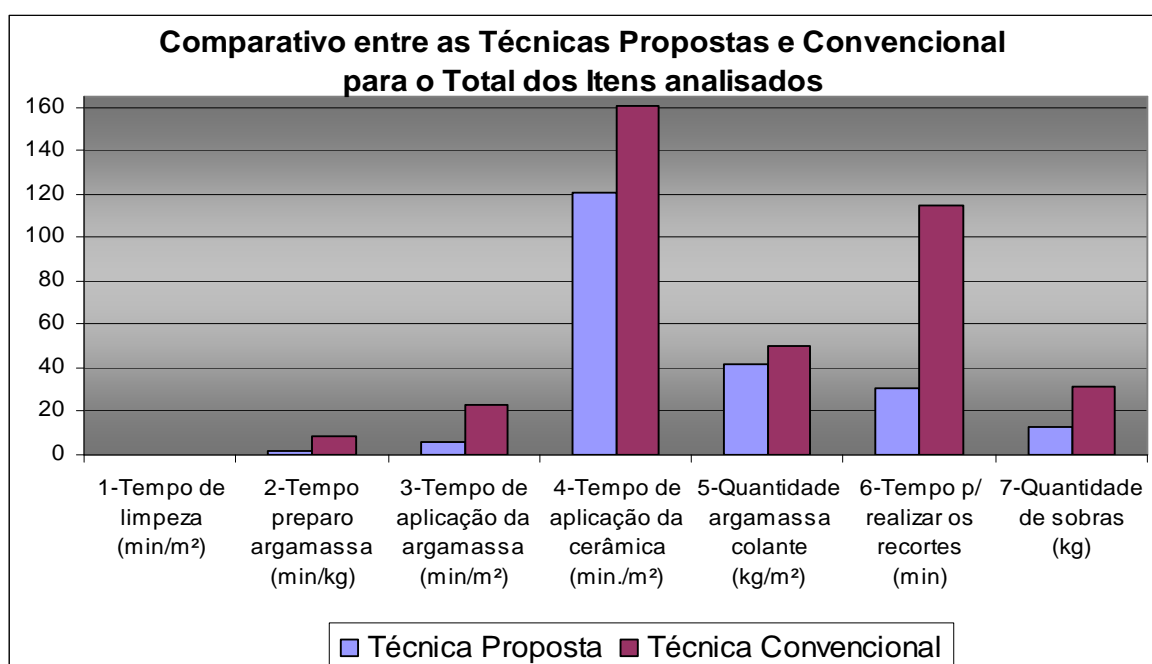


Gráfico C8 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o total dos itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C9 - Média dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados para assentamento cerâmico grés porcelanato.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	0,20	0,47
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	0,22	0,90
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	1,27	2,59
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	13,44	17,89
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	4,63	5,56
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	3,41	12,78
7-Quantidade refugos (kg)	1,42	3,50

Fonte: Autora.

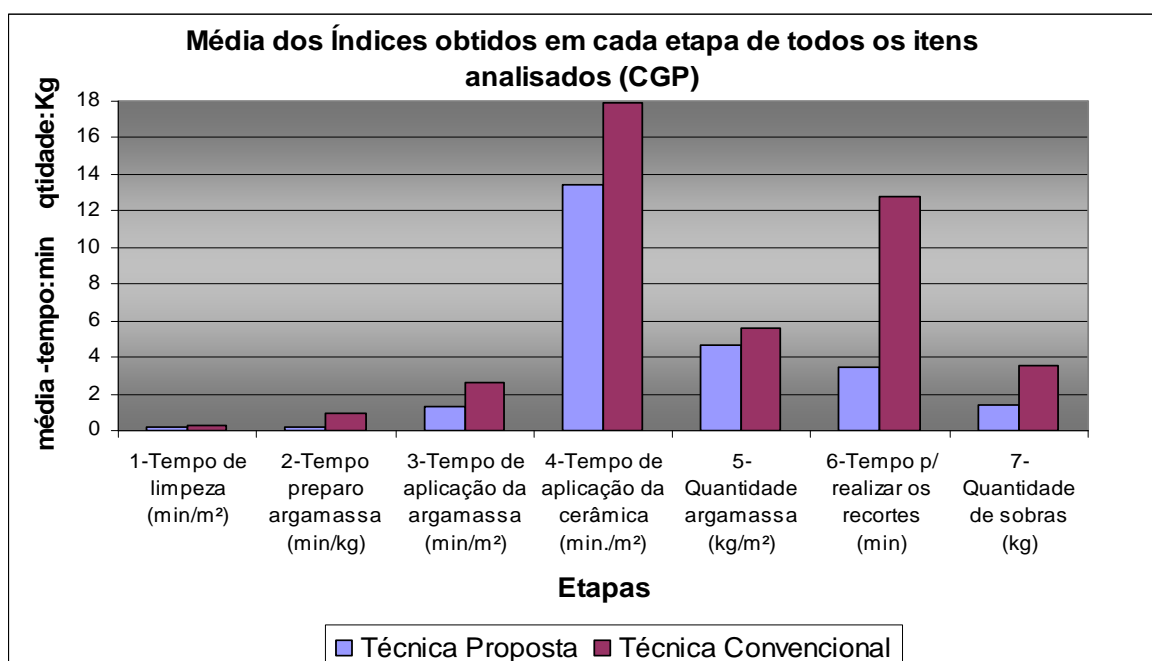


Gráfico C9 - Média dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela C10-Comparativo do desvio padrão dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	0,06	0,05
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	0,03	0,07
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	1,66	0,42
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	1,81	1,76
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	0,44	0,53
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	0,84	1,48
7-Quantidade refugos (kg)	0,34	0,79

Fonte: Autora.

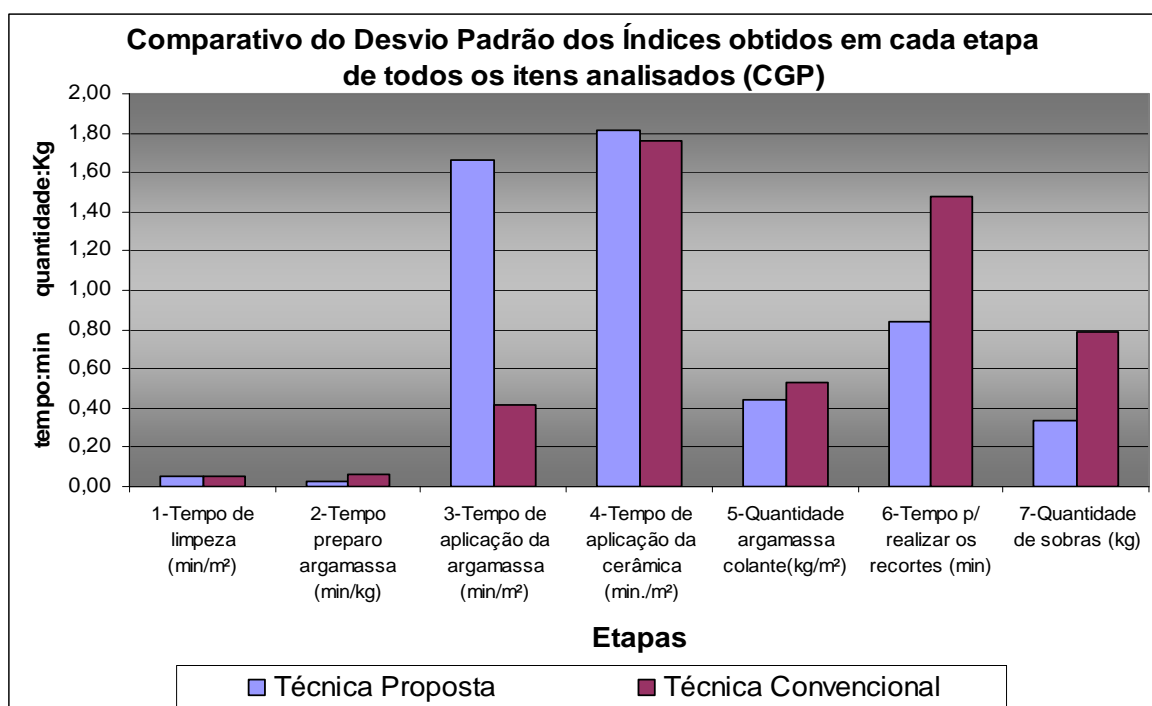


Gráfico C10-Comparativo do desvio padrão dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.



APENDICE D - COLETA DE DADOS DO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO  
CERÂMICO GRÉS COMERCIAL

A cerâmica grés comercial foi assentada no piso da garagem. Cada box de garagem tem 2,80m x 4,50m, área aproximada de 13m<sup>2</sup>, no entanto os valores apresentados nas tabelas e conseqüentes gráficos representam valores unitários.

Tabela D1 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para tempo de limpeza do ambiente (min/m<sup>2</sup>), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	Ap.	Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	0,22	-103	0,9	101-103	0,22	0,9	0,68
201	0,25	-203	1	201-203	0,25	1	0,75
301	0,15	-303	1,1	301-303	0,15	1,1	0,95
401	0,21	-403	1,4	401-403	0,21	1,4	0,69
501	0,2	-503	1	501-503	0,2	1	0,8
601	0,23	-603	0,9	601-603	0,23	0,9	0,62
701	0,21	-703	1,3	701-703	0,21	1,3	0,69
801	0,2	-803	0,94	801-803	0,2	0,94	0,74

Fonte: Autora.

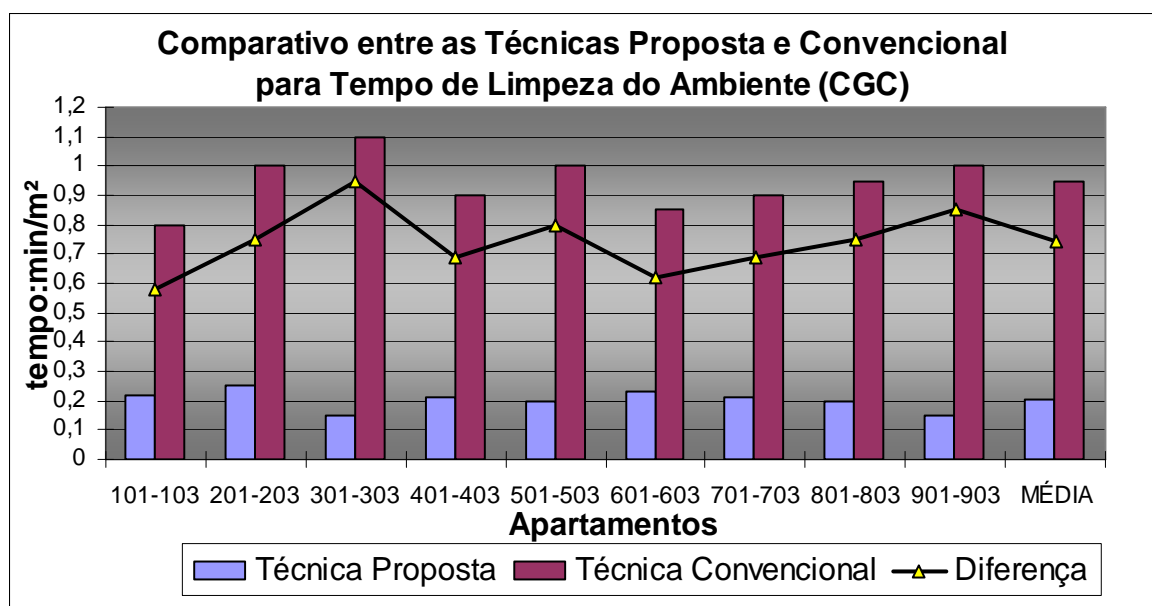


Gráfico D1 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para tempo de limpeza do ambiente (min/m<sup>2</sup>), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D2 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	Ap.	2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	0,25	-103	0,9	101-103	0,25	0,9	0,65
201	0,25	-203	0,95	201-203	0,25	0,95	0,7
301	0,15	-303	0,95	301-303	0,15	0,95	0,8
401	0,3	-403	1	401-403	0,3	1	0,7
501	0,25	-503	0,9	501-503	0,25	0,9	0,65
601	0,3	-603	0,92	601-603	0,3	0,92	0,62
701	0,2	-703	0,8	701-703	0,2	0,8	0,6
801	0,25	-803	0,95	801-803	0,25	0,95	0,7
901	0,25	-903	0,85	901-903	0,25	0,85	0,6

Fonte: Autora.

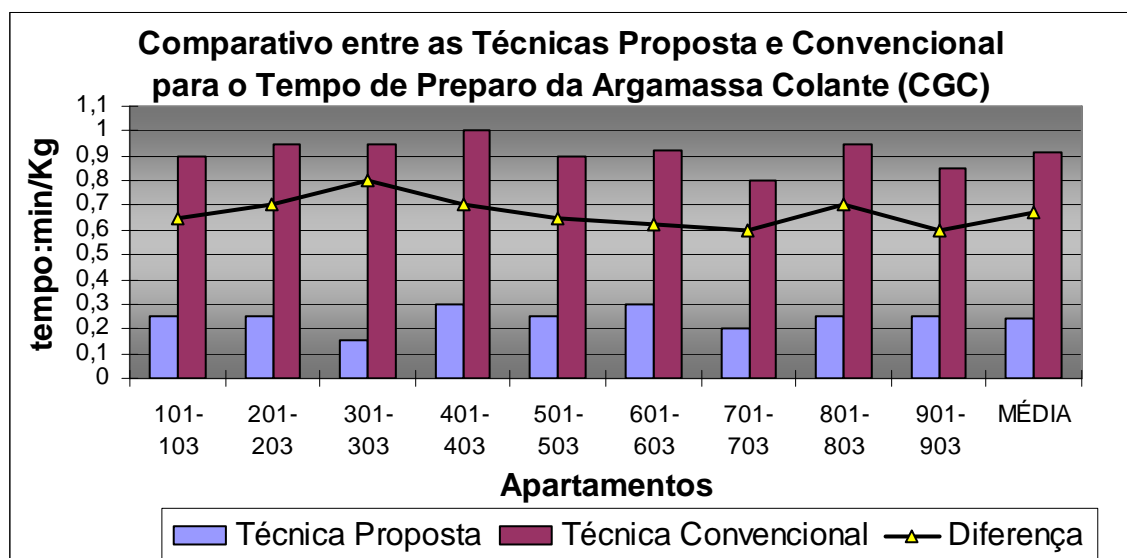


Gráfico D2 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de preparo da argamassa colante (min/kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D3 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	3-Tempo de aplicação da argamassa ( $\text{min/m}^2$ )	Ap.	3-Tempo de aplicação da argamassa ( $\text{min/m}^2$ )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	0,65	-103	2,5	101-103	0,65	2,5	1,85
201	0,5	-203	2,8	201-203	0,5	2,8	2,3
301	0,6	-303	2,5	301-303	0,6	2,5	1,9
401	0,65	-403	2,3	401-403	0,65	2,3	1,65
501	0,6	-503	2,1	501-503	0,6	2,1	1,5
601	0,7	-603	3,1	601-603	0,7	3,1	2,4
701	0,65	-703	2,5	701-703	0,65	2,5	1,85
801	0,75	-803	2	801-803	0,75	2	1,25
901	0,7	-903	2,5	901-903	0,7	2,5	1,8

Fonte: Autora.

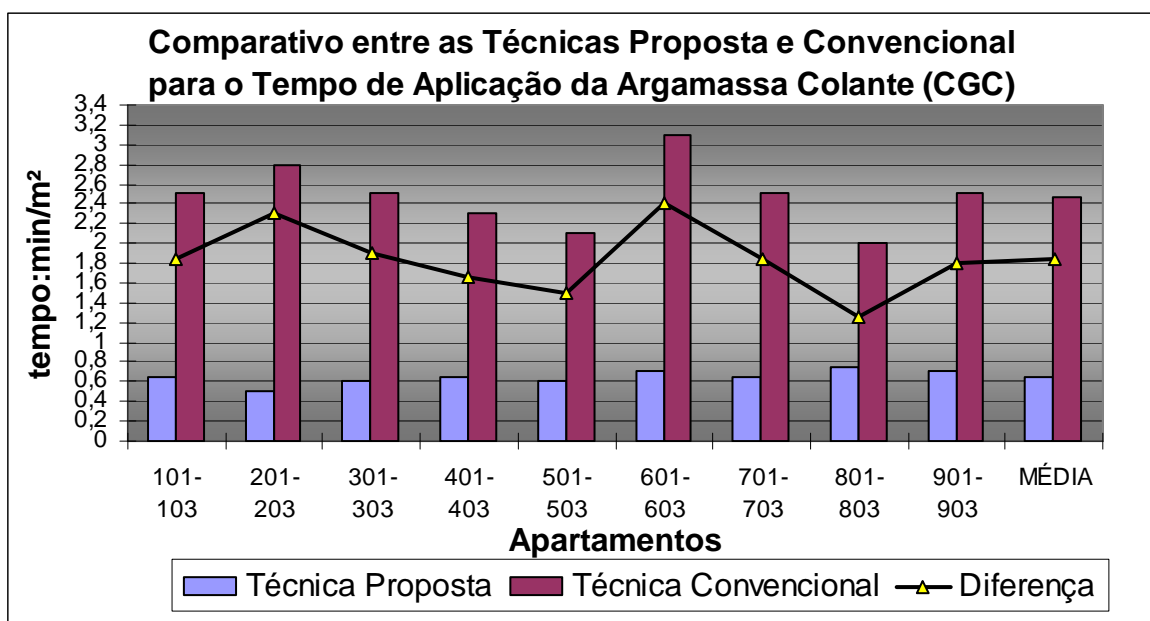


Gráfico D3 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da argamassa colante ( $\text{min/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D4 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da cerâmica (min/m<sup>2</sup>), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	4-Tempo de aplicação da cerâmica (min./m <sup>2</sup> )	Ap.	4-Tempo de aplicação da cerâmica (min./m <sup>2</sup> )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	11	-103	17	101-103	11	17	6
201	10	-203	21	201-203	10	21	11
301	10	-303	17	301-303	10	17	7
401	12	-403	19	401-403	12	19	7
501	13	-503	20	501-503	13	20	7
601	9	-603	21	601-603	9	21	12
701	14	-703	18	701-703	14	18	4
801	9	-803	20	801-803	9	20	11
901	11	-903	18	901-903	11	18	7

Fonte: Autora.

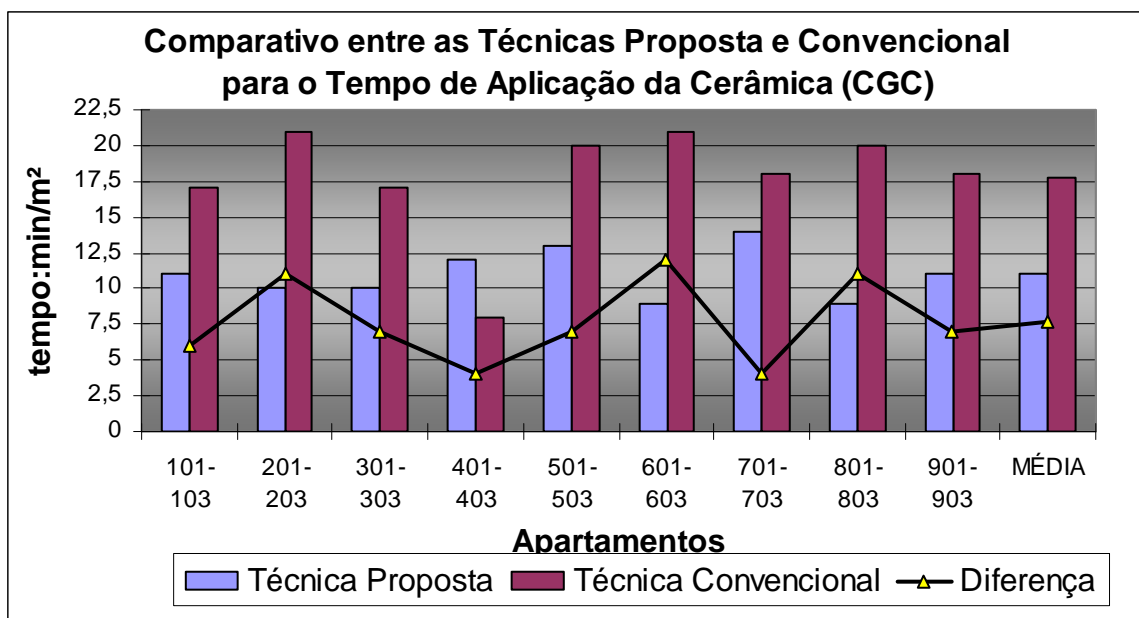


Gráfico D4 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo de aplicação da cerâmica (min/m<sup>2</sup>), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D5 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de argamassa colante consumida ( $\text{kg/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	5-Quantidade argamassa colante ( $\text{kg/m}^2$ )	Ap.	5-Quantidade argamassa colante ( $\text{kg/m}^2$ )	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	4,1	-103	5,1	101-103	4,1	5,1	1
201	4,9	-203	6,5	201-203	4,9	6,5	1,6
301	4,2	-303	5	301-303	4,2	5	0,8
401	3,8	-403	6,6	401-403	3,8	6,6	2,8
501	3,5	-503	5,5	501-503	3,5	5,5	2
601	4,5	-603	6	601-603	4,5	6	1,5
701	5	-703	6,3	701-703	5	6,3	1,3
801	4,5	-803	7	801-803	4,5	7	2,5
901	3,8	-903	6,8	901-903	3,8	6,8	3

Fonte: Autora.

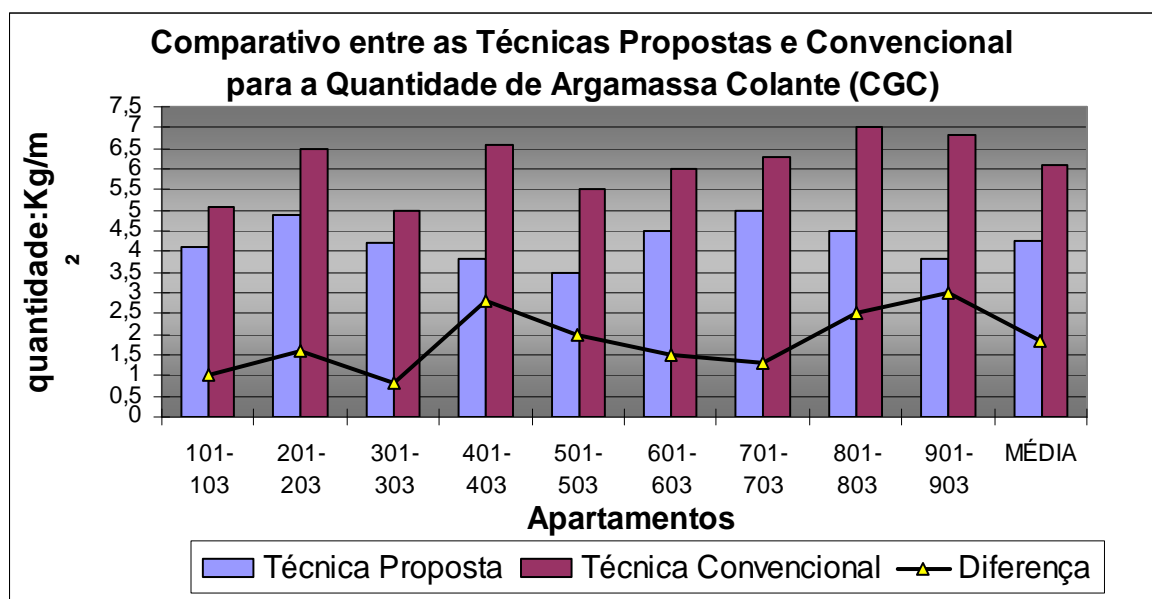


Gráfico D5 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de argamassa colante consumida ( $\text{kg/m}^2$ ), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D6 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo para realizar os recortes (min), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	6-Tempo p/ realizar os recortes (min)	Ap.	6-Tempo p/ realizar os recortes (min)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	3	-103	4	101-103	3	4	1
201	4	-203	5	201-203	4	5	1
301	2,5	-303	4	301-303	2,5	4	1,5
401	3	-403	3	401-403	3	4,5	1,5
501	3	-503	7	501-503	3	7	4
601	2	-603	6	601-603	2	6	4
701	3	-703	7	701-703	3	7	4
801	2	-803	5	801-803	2	5	3
901	3	-903	7	901-903	3	7	4

Fonte: Autora.

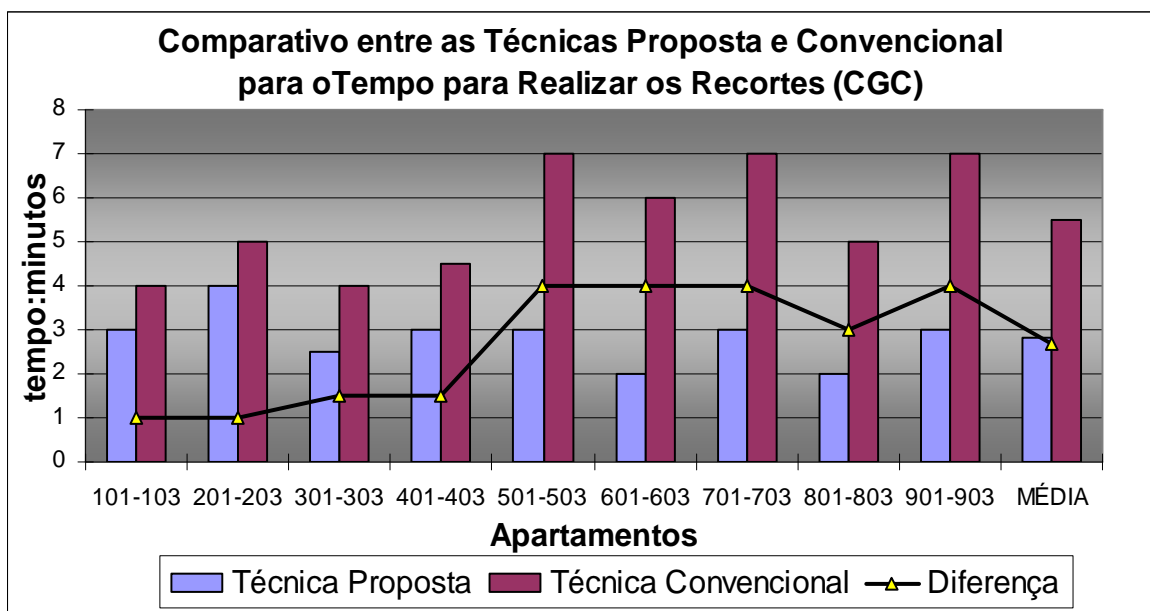


Gráfico D6 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o tempo para realizar os recortes (min), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D7 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de refugos ou sobras (kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Ap.	7- Quantidade de sobras (kg)	Ap.	7- Quantidade de sobras (kg)	Ap.	Técnica Proposta	Técnica Convencional	Diferença
101	2	-103	2,3	101-103	2	2,3	0,3
201	1	-203	2,5	201-203	1	2,5	1,5
301	1,8	-303	3	301-303	1,8	3	1,2
401	1,5	-403	2,8	401-403	1,5	2,8	1,3
501	1,2	-503	2,5	501-503	1,2	2,5	1,3
601	0,5	-603	1,8	601-603	0,5	1,8	1,3
701	1,3	-703	2	701-703	1,3	2	0,7
801	1	-803	1,6	801-803	1	1,6	0,6
901	1	-903	1,5	901-903	1	1,5	0,5

Fonte: Autora.

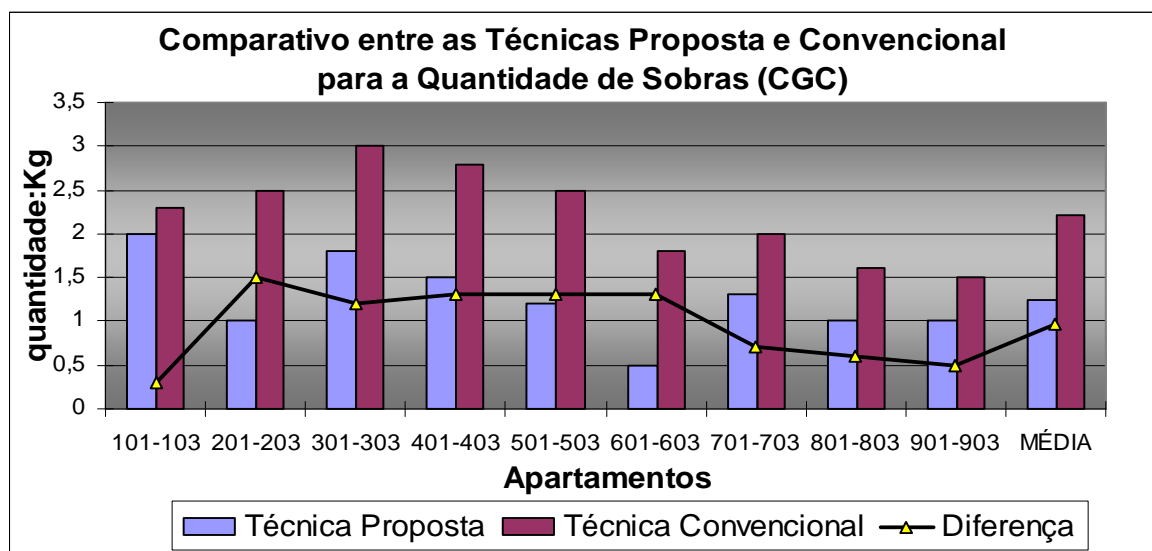


Gráfico D7 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para a quantidade de sobras (kg), no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.



Tabela D8 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o total dos itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	1,82	8,5
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	2,2	8,22
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	5,8	22,3
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	99	171
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	38	54,8
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	25,5	48
7-Quantidade refugos (kg)	11,3	20

Fonte: Autora.

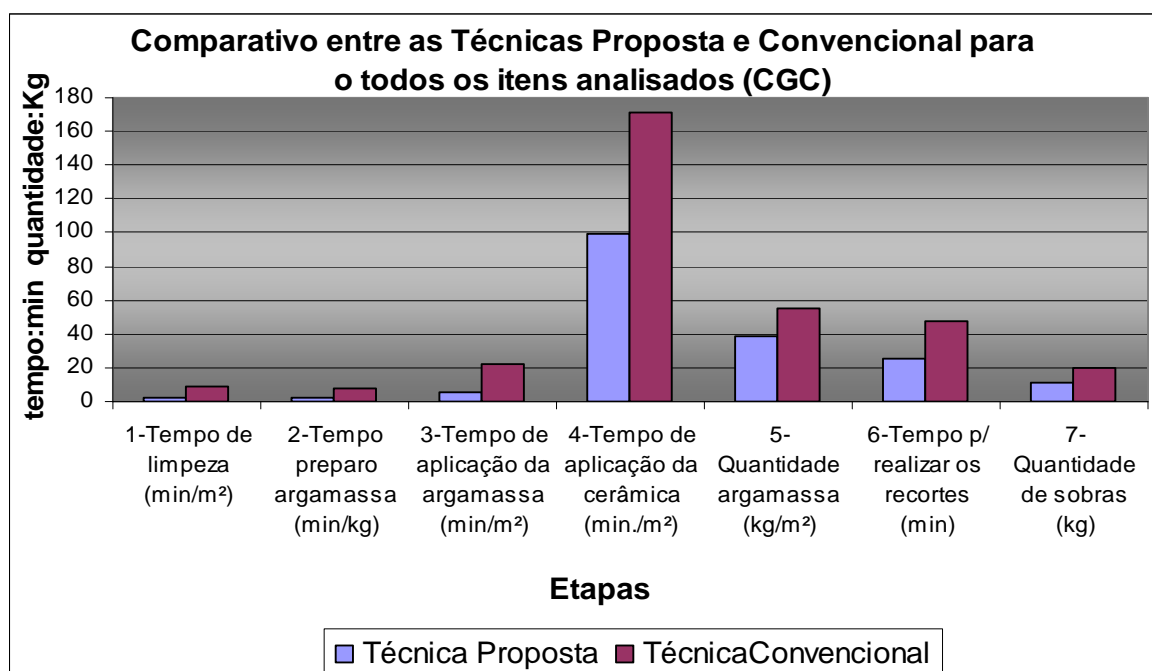


Gráfico D8 - Comparativo entre as técnicas proposta e convencional para o total dos itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D9 - Média dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grês comercial.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	0,20	0,94
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	0,24	0,91
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	0,64	2,48
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	11,00	19,00
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	4,26	6,09
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	2,83	5,33
7-Quantidade refugos (kg)	1,26	2,22

Fonte: Autora.

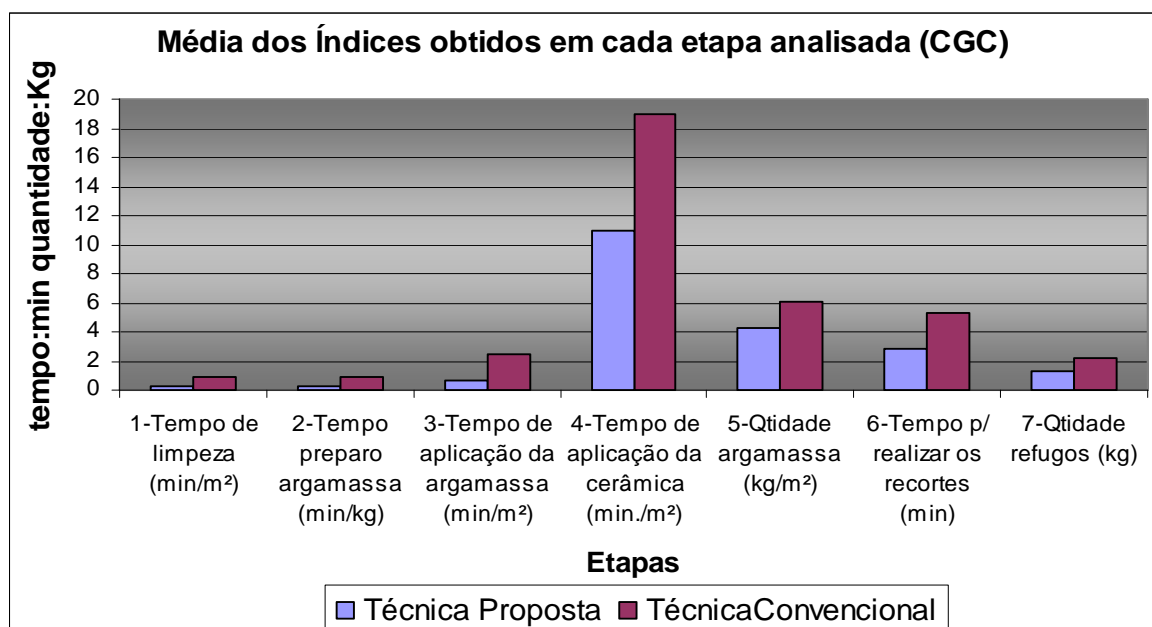


Gráfico D9 - Média dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados no assentamento do revestimento cerâmico grês comercial.

Fonte: Autora.

Tabela D10 - Comparativo do desvio padrão dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Etapas	Técnica Proposta	Técnica Convencional
1-Tempo de Limpeza (min./m <sup>2</sup> )	0,03	0,09
2-Tempo preparo argamassa (min/kg)	0,05	0,06
3-Tempo de aplicação da argamassa (min/m <sup>2</sup> )	0,07	0,33
4-Tempo aplicação da cerâmica (min/m <sup>2</sup> )	1,73	1,58
5-Quantidade argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	0,51	0,73
6-Tempo p/ realizar os recortes (min/m <sup>2</sup> )	0,61	1,50
7-Quantidade refugos (kg)	0,46	0,53

Fonte: Autora.

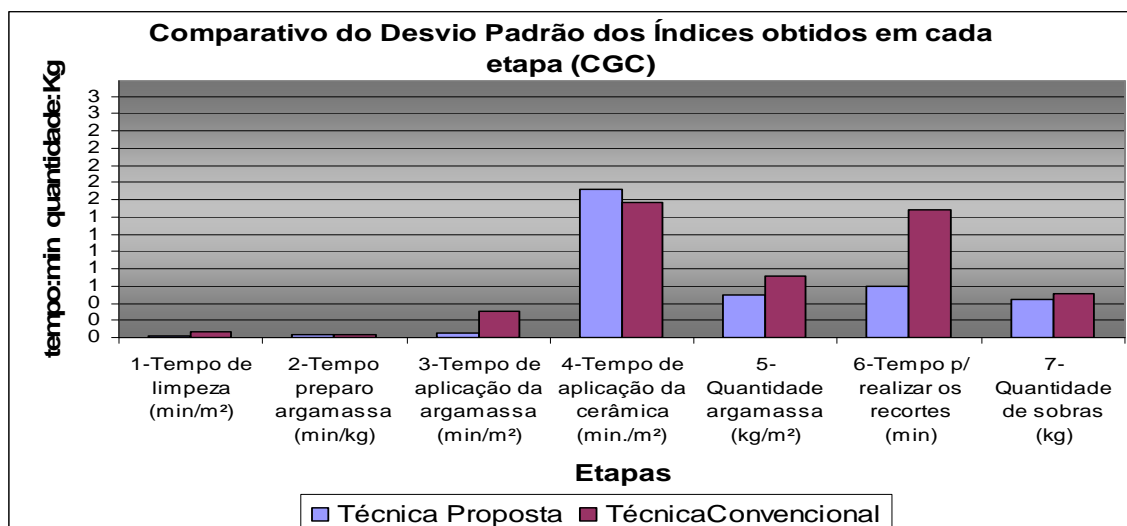


Gráfico D10 - Comparativo do desvio padrão dos índices obtidos em cada etapa de todos os itens analisados, no assentamento do revestimento cerâmico grés comercial.

Fonte: Autora.

APÊNDICES E - COLETA DE DADOS DA APLICAÇÃO DO REJUNTAMENTO NA CERÂMICA GRÉS RETIFICADA, ATRAVÉS DA TÉCNICA PROPOSTA (REJUNTE EPÓXI) E A TÉCNICA CONVENCIONAL (REJUNTE COMUM FLEXÍVEL)

Tabela E1 – Aplicação do rejunte comum flexível, através da técnica convencional na cerâmica grés retificada.

Ap.	Fuga (mm)	Cerâmica (mm)	Tempo de limpeza (min/m²)	Tempo de preparo do rejunte (min/kg)	Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	Quantidade de rejunte (Kg/m²)	Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m²)
103	2	400X400	0,6	2,5	0,45	0,35	1
203	2	400X400	0,8	3	0,5	0,36	1,2
303	2	400X400	0,9	3	0,55	0,3	1,5
403	2	400X400	0,8	2,5	0,45	0,45	1,2
503	2	400X400	0,6	2,8	0,5	0,5	1,6
603	2	400X400	0,5	2,3	0,5	0,4	1,5
703	2	400X400	0,7	3	0,45	0,5	1,3
803	2	400X400	0,6	3	0,5	0,6	1,6
903	2	400X400	0,6	2,5	0,55	0,6	1,5
média			0,67	2,73	0,49	0,45	1,37

Fonte: Autora.

Tabela E2 – Aplicação do rejunte epóxi, através da técnica proposta, na cerâmica grés retificada

Ap.	Fuga (mm)	Cerâmica (mm)	Tempo de limpeza (min/m²)	Tempo preparo rejunte (min/kg)	Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	Quantidade rejunte (kg/m²)	Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m²)
101	2mm	400X400	2,6	4	4,5	0,5	7
201	2mm	400X400	3,0	4	4,0	0,45	6
301	2mm	400X400	2,5	4,5	4,5	0,55	7
403	2mm	400X400	2,5	5,5	4,5	0,65	8
média			2,65	4,5	4,375	0,5375	7

Fonte: Autora.

Tabela E3 - Comparativo entre a técnica proposta (rejunte epóxi), e a técnica convencional (rejunte comum flexível) de rejuntamento do piso cerâmico grés retificado.

Descrição	Técnica proposta	Técnica Convencional	Diferença
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	2,65	0,68	1,97
Tempo preparo Rejunte(min/kg)	4,5	2,73	1,77
Tempo de aplicação rejunte (min/m <sup>2</sup> )	4,38	0,49	3,89
Quantidade rejunte (kg/m <sup>2</sup> )	0,54	0,45	0,09
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m <sup>2</sup> )	7	1,38	5,62

Fonte: Autora.

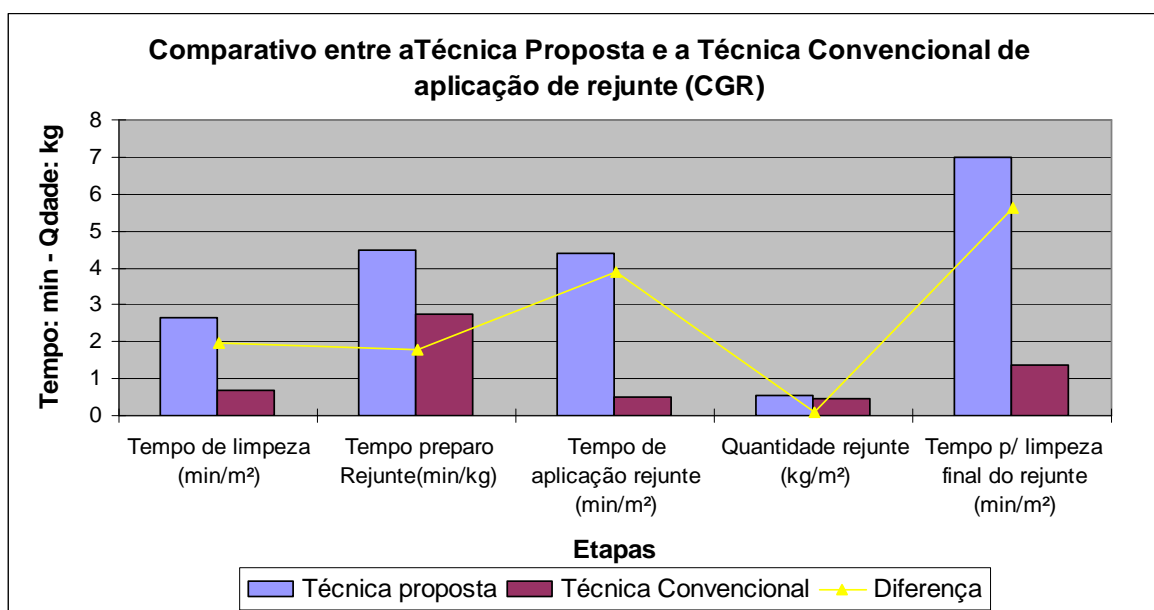


Gráfico E1 - Comparativo entre a técnica proposta (rejunte epóxi), e a técnica convencional (rejunte comum flexível) de rejuntamento do piso cerâmico grés retificado.

Fonte: Autora.

APÊNDICES F - COLETA DE DADOS DA APLICAÇÃO DO REJUNTAMENTO NA CERÂMICA GRÉS PORCELANATO, ATRAVÉS DA TÉCNICA PROPOSTA (REJUNTE EPÓXI) E A TÉCNICA CONVENCIONAL (REJUNTE COMUM FLEXÍVEL)

Tabela F1 – Aplicação do rejunte comum flexível, do piso cerâmico Grés Porcelanato através da Técnica Convencional.

Pavimento	1- Fuga (mm)	2- Cerâmica	3- Tempo de limpeza (min/m²)	4- Tempo de preparo do rejunte (min/Kg)	5- Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	6- Quantidade de rejunte aplicado (Kg/m²)	7- Tempo para limpeza final do rejunte (min/m²)
1º	2mm	340x340	0,6	2,5	1,0	0,4	3
2º	2mm	340x340	0,8	2,2	1,5	0,4	2
3º	2mm	340x340	0,9	3,0	1,5	0,5	3,5
4º	2mm	340x340	0,8	2,5	2,0	0,6	4
5º	2mm	340x340	0,6	2,5	1,5	0,5	3

Fonte: Autora.

As máquinas e ferramentas utilizadas para a aplicação de rejunte epóxi são as propostas pela técnica proposto.

Tabela F2 - Rejuntamento com rejunte epóxi, do piso cerâmico grés porcelanato, através da técnica proposta.

Pavimento	Fuga (mm)	Cerâmica (mm)	Tempo de limpeza (min/m²)	Tempo preparo rejunte (min/kg)	Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	Quantidade de de rejunte (kg/m²)	Tempo p/ limpeza rejunte (min/m²)
1º	2	340x340	3,0	5	2,5	0,5	5
2º	2	340x340	2,5	4	3,5	0,45	6
3º	2	340x340	3,5	4	2,5	0,55	8
4º	2	340x340	3,0	5,5	3,0	0,6	7

Fonte: Autora.



Tabela F3 - Comparativo entre a técnica proposta (rejunte epóxi), e a técnica convencional (rejunte comum flexível) do piso cerâmico grés porcelanato.

Descrição	Técnica proposta	Técnica Convencional	Diferença
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	3	0,74	2,26
Tempo preparo Rejunte(min/kg)	4,62	2,54	2,08
Tempo de aplicação rejunte (min/m <sup>2</sup> )	2,88	1,5	1,38
Quantidade rejunte (kg/m <sup>2</sup> )	0,54	0,48	0,06
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m <sup>2</sup> )	6,5	3,1	3,4

Fonte: Autora.

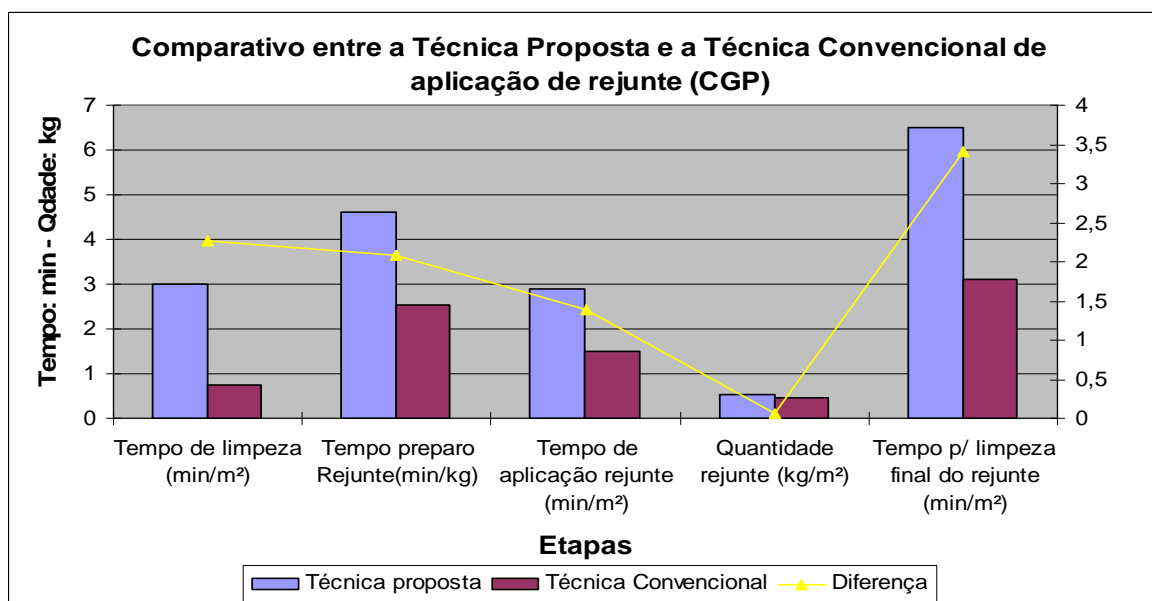


Gráfico F1 - Comparativo entre a técnica proposta (rejunte epóxi) e a técnica convencional (rejunte comum flexível), do rejuntamento do piso cerâmico grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Tabela F4 - Comparativo entre as técnicas para análise da média de rendimento de tempo e quantidade, entre a cerâmica grés retificada e grés porcelanato.

Descrição	Rejuntamento para cerâmica grés		Média das etapas
	Retificada	Porcelanato	
Tempo de limpeza (min/m <sup>2</sup> )	74,34%	75,33%	74,84%
Tempo preparo Rejunte(min/kg)	31,75%	45,02%	38,39%
Tempo de aplicação rejunte (min/m <sup>2</sup> )	88,81%	47,92%	68,36%
Quantidade rejunte (kg/m <sup>2</sup> )	16,67%	11,11%	13,89%
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m <sup>2</sup> )	80,29%	52,31%	66,30%

Fonte: Autora.

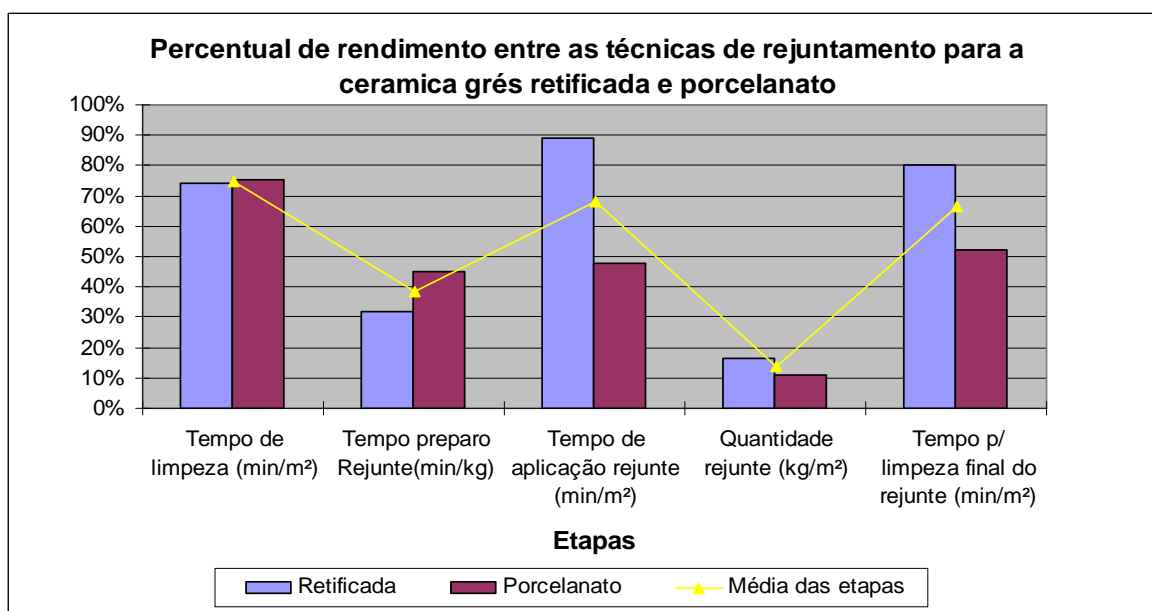


Gráfico F2 - Comparativo entre as técnicas para análise da média de rendimento de tempo e quantidade, entre a cerâmica grés retificada e grés porcelanato

Fonte: Autora.

APÊNDICES G - COLETA DE DADOS DA APLICAÇÃO DO REJUNTAMENTO NA CERÂMICA GRÉS COMERCIAL, AVALIANDO A INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DAS FERRAMENTAS

Tabela G1 – Aplicação do rejunte comum flexível, do piso cerâmico grés comercial com ferramentas desgastadas.

BOX	Fuga (mm)	Cerâmica (mm)	Tempo de limpeza (min/m²)	Tempo preparo REJUNTE (kg/min)	Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	Quantidade de rejunte (kg/m²)	Tempo p/ limpeza do rejuntamento (min/m²)
103	6	300 X300	0,63	2,6	0,55	0,6	3
203	6	300 x300	0,54	3	1,0	0,7	4
303	6	300 X300	0,36	3	1,55	0,9	6
403	6	300 x300	0,45	2,5	2,0	0,8	5
503	6	300 X300	0,54	2,8	2,0	0,8	5
603	6	300 x300	0,63	2,3	1,5	0,7	4
703	6	300 X300	0,54	3	1,8	0,8	6
803	6	300 x300	0,45	3	2,5	0,9	7
903	6	300 X300	0,54	2,8	2,5	0,71	6

Fonte: Autora.

Tabela G2 – Aplicação do rejunte comum flexível, do piso cerâmico grés comercial com ferramentas novas.

BOX	Fuga (mm)	Cerâmica (mm)	Tempo de limpeza (min/m²)	Tempo preparo REJUNTE (min/kg)	Tempo de aplicação do rejunte (min/m²)	Qtidade de rejunte (kg/m²)	Tempo p/ limpeza rejunte 1ª +2ª+3ª= (min/m²)
101	6	300 X300	0,9	1,8	1,5	0,6	6
201	6	300 x300	1	2	2	0,5	7
301	6	300 X300	0,8	2,2	1,8	0,45	6
401	6	300 x300	0,9	2,5	1,5	0,43	7
501	6	300 X300	1	1,8	1,6	0,39	6
601	6	300 x300	1,5	1,3	1,8	0,51	6
701	6	300 X300	0,9	1,5	1,5	0,53	5
801	6	300 x300	1,2	2,5	2,0	0,49	6
901	6	300 X300	1,1	2	1,8	0,41	5

Fonte: Autora.

Tabela G3 -. Análise da influência da qualidade das ferramentas utilizadas na aplicação do rejunte comum flexível para a cerâmica grés comercial

Descrição	Ferramentas novas	Ferramentas desgastadas	Diferença
Tempo de limpeza (min/m²)	0,58	1,03	0,45
Tempo preparo Rejunte(min/kg)	1,96	2,78	0,82
Tempo de aplicação rejunte (min/m²)	1,6	1,9	0,13
Quantidade rejunte (kg/m²)	0,48	0,77	0,29
Tempo p/ limpeza final do rejunte (min/m²)	17,89	23,67	5,78

Fonte: Autora.

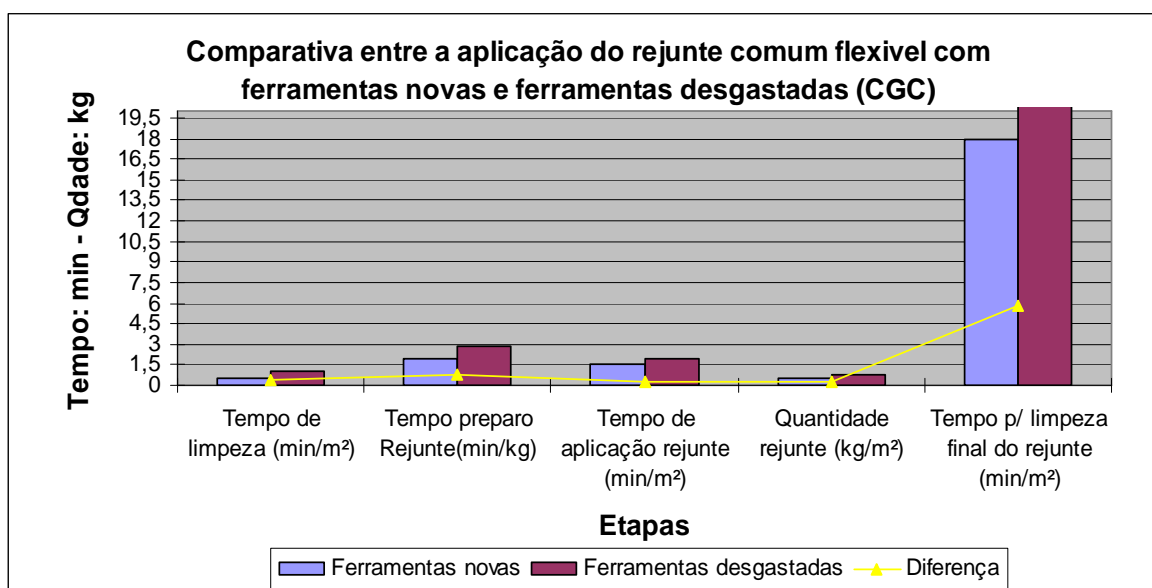



Gráfico G1 - Comparativo entre a aplicação de rejunte comum flexível com ferramentas desgastadas e com ferramentas novas.

Fonte: Autora.

APÊNDICES H - COLETA DE DADOS DOS TESTES DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO, DO ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO GRÉS RETIFICADO, GRÉS PORCELANATO E GRÉS COMERCIAL REALIZADOS COM A TÉCNICA PROPOSTA E A TÉCNICA CONVENCIONAL

Tabela H1 - Resistência da aderência à tração (MPa)- para cerâmica grés retificado, assentada através da técnica convencional.

1a- TÉCNICA CONVENCIONAL -Cerâmica Grés Retificada											
Ensaio realizado: Argamassa colante industrializada – NBR 13753											
Interessado: Marli T. Baú											
Data de moldagem: 22.12.2005											
Data de rompimento:19.01.2006											
Tipo da cerâmica: Grés Retificada - 400x400mm											
Tipo argamassa colante: QUARTZOLITE AC I											
Tipo do substrato: VER DESENHO											
AMOSTRAS	Carga (N)	Seção = A(mm²)= 2500 mm²	Tensão (MPa)	Forma de ruptura						Espessura (mm)	OBS
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
40-	0,43 x1000 =430	2.500	0,17		X						Cerâmica-8mm Argamassa-6mm Substrato-10mm
41-	0,39x1000 =390	2.500	0,15	X							Cerâmica-8mm Argamassa-4mm Substrato-3mm
42-	0,32x10 =320	2.500	0,12			X					Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-9mm
43-	0,2x10 =220	2.500	0,08			X					Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-8mm
44-	0,35x1000 =350	2.500	0,14	X							Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-3mm
45-	0,40x1000 =400	2.500	0,16		X						Cerâmica-8mm Argamassa-6mm Substrato-11mm
46-	0,45x1000 =450	2.500	0,18			X					Cerâmica-8mm Argamassa-6mm Substrato-7mm
47-	0,40x1000 =400	2.500	0,16			X					Cerâmica-8mm Argamassa-4mm Substrato-2mm
48-	0,39x1000 =390	2.500	0,15		X						Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-6mm
Resistência média=0,15 Mpa Coeficiente de variação=18,7 % FORMAS DE RUPTURA o)ruptura do substrato(S); p)ruptura na interface argamassa e substrato(S/A); q)ruptura da camada de argamassa colante (A); r)ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P); s)ruptura da placa cerâmica (P); t)falha na colagem da peça metálica (F). Técnico: _____ Data: _____ Obs: _____											

Fonte: Autora.

Tabela H2 -Resistência da aderência à tração (MPa)- para cerâmica grés retificada, assentada através da técnica proposta.

1b-TÉCNICA PROPOSTA – Cerâmica Grés Retificada											
Ensaio realizado: Argamassa colante industrializada – NBR 13753											
Interessado: Marli T. Baú											
Data de moldagem: 02.12.2005											
Data de rompimento:30.01.2006											
Tipo da cerâmica: Grés Retificada 400x400mm											
Tipo argamassa colante: - QUARTZOLITE AC1											
Tipo do substrato: VER DESENHO Argamassa para contrapiso.											
AMOSTRAS	Carga= P (N)	Seção= A (mm²)= 2500 mm²	Tensão Ra (MPa) Ra=P/A	Forma de ruptura						Espessura (mm)	OBS
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
20-	0,51 x1000= 510	2.500	0,20		X					Cerâmica-8mm Argamassa-6mm Substrato-10mm	
21-	0,54x1000= 540	2.500	0,21		X					Cerâmica-8mm Argamassa-4mm Substrato-3mm	
22-	0,72x1000= 720	2.500	0,28		X					Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-9mm	
23-	0,68x1000= 680	2.500	0,27			X				Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-8mm	
24-	0,49x1000= 490	2.500	0,19		X					Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-3mm	
25-	0,66x1000= 660	2.500	0,26			X				Cerâmica-8mm Argamassa-6mm Substrato-11mm	
26-	0,73x1000= 730	2.500	0,29			X				Cerâmica-8mm Argamassa-6mm Substrato-7mm	
27-	0,48x1000= 480	2.500	0,19		X					Cerâmica-8mm Argamassa-4mm Substrato-2mm	
28-	0,55x1000= 550	2.500	0,22			X				Cerâmica-8mm Argamassa-5mm Substrato-6mm	
29-	0,56x1000= 560	2.500	0,23			X				Cerâmica-8mm Argamassa-4mm Substrato-8mm	
	5,93 = 0,593		2,376 =0,2376								

Resistência média=0,23 MPa

Coeficiente de variação=15,7 %

FORMAS DE RUPTURA

a)ruptura do substrato(S);

b)ruptura na interface argamassa e substrato(S/A);

c)ruptura da camada de argamassa colante (A);

d)ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P);

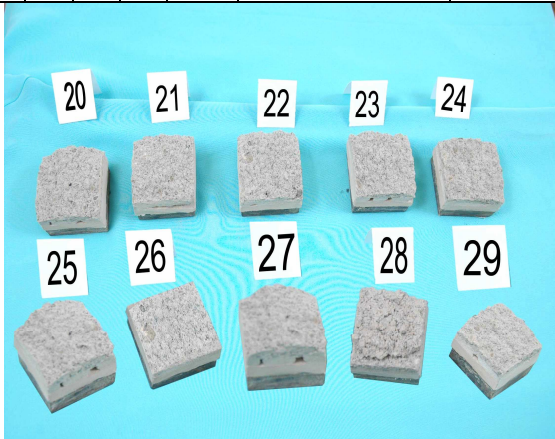
e)ruptura da placa cerâmica (P);

f)falha na colagem da peça metálica (F).

Técnico: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Obs: \_\_\_\_\_



Fonte: Autora.



Tabela H3 - Resistência da aderência à tração (MPa)- entre a técnica proposta e convencional para a cerâmica grés retificada.

Nº Amostras	Técnica Proposta- Tensão (MPa)	Técnica Convencional - Tensão (MPa)	Diferença das Técnicas
1º	0,2	0,17	0,13
2º	0,21	0,15	0,06
3º	0,28	0,12	0,16
4º	0,27	0,08	0,19
5º	0,19	0,14	0,05
6º	0,26	0,16	0,1
7º	0,29	0,18	0,11
8º	0,19	0,16	0,03
9º	0,22	0,15	0,07
Média	0,23	0,15	0,08

Fonte: Autora.

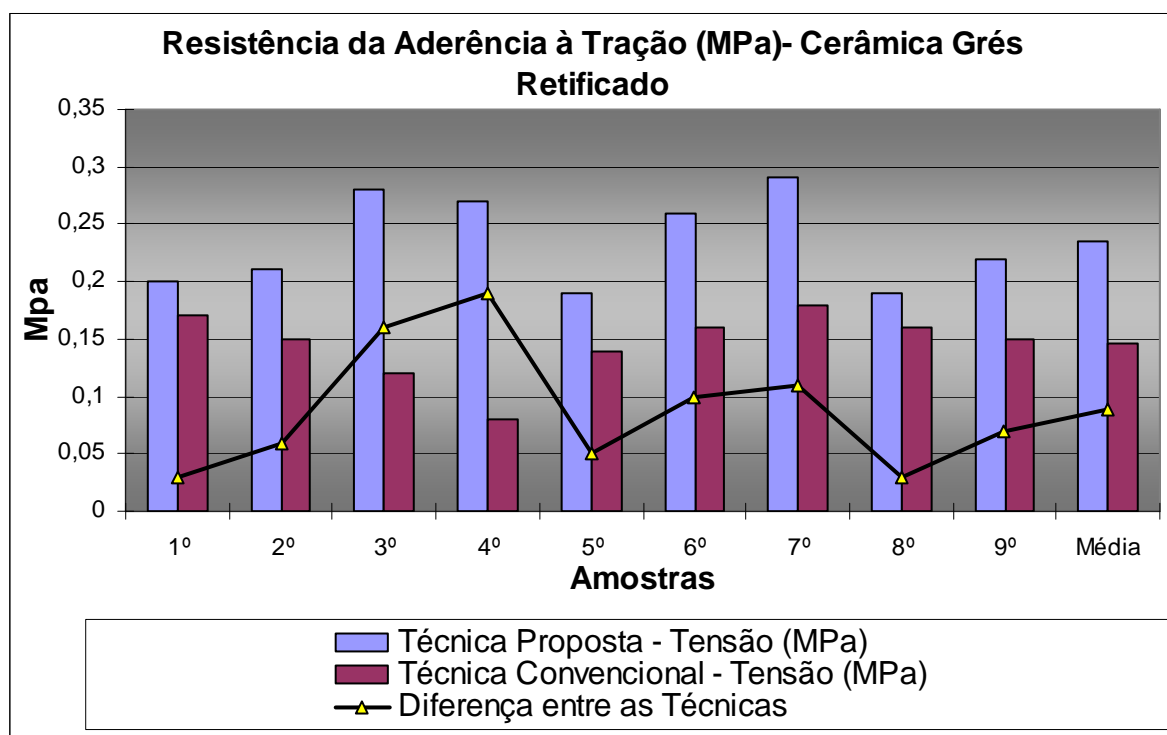
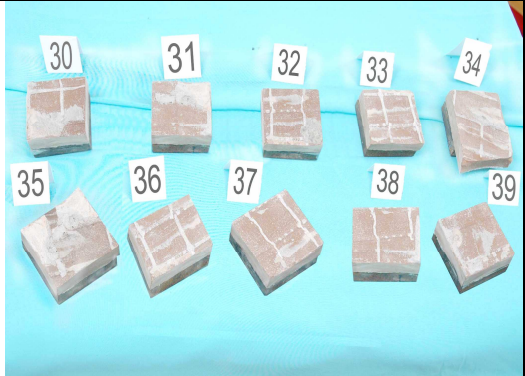


Gráfico H1 - Resistência da aderência à tração (MPa)- entre a técnica proposta e convencional para a cerâmica grés retificada.

Fonte: Autora.

Como resultado dos testes de resistência da aderência à tração, do assentamento da cerâmica grés-porcelanato, obteve-se a seguinte tabela:

Tabela H4 - Resistência da aderência à tração (MPa)- para cerâmica grés porcelanato, assentada através da técnica convencional.

2a-TÉCNICA CONVENCIONAL- Cerâmica Grés Porcelanato Ensaio realizado: Argamassa colante industrializada – NBR 13753 Interessado: Marli T. Baú Data de moldagem: 22.12.2005 Data de rompimento:19.01.2006 Tipo da cerâmica: Grés-Porcelanato - 410x410mm Tipo argamassa colante: QUARTZOLITE AC11 Tipo do substrato: VER DESENHO Argamassa para contrapiso.											
AMOSTRAS	Carga= P(N) PX1000=P(N)	Seção= A (mm²)= 2500 mm²	Tensão Ra (MPa) Ra=P/A	Forma de ruptura						Espessura (mm)	OBS
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
30-	0,35x1000 =350	2.500	0,14				X			12mm Argamassa-1mm Subst-0mm	
31-	0,29x1000 =290	2.500	0,11				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
32-	0,26x1000 =260	2.500	0,10				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
33-	0,21x1000 =210	2.500	0,08				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
34-	0,37x1000 =370	2.500	0,14				X			-12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
35-	0,42x1000 =420	2.500	0,16				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
36-	0,45x1000 =450	2.500	0,18				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
37-	0,41x1000 =410	2.500	0,16				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
38-	0,38x1000 = 380	2.500	0,15				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
39-	0,36x1000 =360	2.500	0,14				X			12mm Argamassa-0mm Subst-0mm	
Resistência média=0,14Mpa Coeficiente de variação= 21,3% FORMAS DE RUPTURA a)ruptura do substrato(S); b)ruptura na interface argamassa e substrato(S/A); c)ruptura da camada de argamassa colante (A); d)ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P); e)ruptura da placa cerâmica (P); f)falha na colagem da peça metálica (F). Técnico: _____ Data: _____ Obs: _____											

Fonte: Autora.

Como resultado dos testes de resistência da aderência à tração, do assentamento do grés-porcelanato utilizando-se a técnica proposta, obteve-se a seguinte tabela:

Tabela H5 - Resistência da aderência à tração (MPa)- para cerâmica grés porcelanato, assentada através da técnica proposta.

2b- TÉCNICA PROPOSTO –Cerâmica Grés Pocalanato											
Ensaio realizado: Argamassa colante industrializada – NBR 13753											
Interessado: Marli T. Baú											
Data de moldagem: 02.12.2005											
Data de rompimento:30.01.2006											
Tipo da cerâmica: Grés-porcelanato - 410x410MM											
Tipo argamassa colante: QUARTZOLITE AC II											
Tipo do substrato VER DESENHO Argamassa para contrapiso											
AMOSTRAS	Carga= P (N) PX1000= P(N)	Seção= A (mm²)= 2500 mm²	TensãoR a (MPa) Ra=P/A	Forma de ruptura						Espessura (mm)	OBS
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
10-	0,74x 1000= 740	2.500	0,29		X					Porcelanato-12mm Argamassa-6mm Subst-5mm	
11-	0,69x 1000=690	2.500	0,27		X					Porcelanato-12mm Argamassa-5mm Subst-4mm	
12-	0,72x1000 =720	2.500	0,28			X				Porcelanato-12mm Argamassa-6mm Subst-3mm	
13-	0,50x1000 =500	2.500	0,2			X				Porcelanato-12mm Argamassa-6mm Subst-2mm	
14-	0,68x1000 =680	2.500	0,27		X					Porcelanato-12mm Argamassa-7mm Subst-4mm	
15-	0,67x1000 =670	2.500	0,26		X					Porcelanato-12mm Argamassa-6mm Subst-2mm	
16-	0,87x1000 =870	2.500	0,34			X				Porcelanato-12mm Argamassa-6mm Subst-4mm	
17-	0,62x1000- 620	2.500	0,24			X				Porcelanato-12mm Argamassa-4mm Subst-2mm	
18-	0,71x1000 = 710	2.500	0,28			X				Porcelanato-12mm Argamassa-4mm Subst-2mm	
19-	0,74x1000 =740	2.500	0,28			X				Porcelanato-12mm Argamassa-5mm Subst-3mm	
Resistência média=0,27MPa Coeficiente de variação=12,5% FORMAS DE RUPTURA a)ruptura do substrato(S); b)ruptura na interface argamassa e substrato(S/A); c)ruptura da camada de argamassa colante (A); d)ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P); e)ruptura da placa cerâmica (P); f)falha na colagem da peça metálica (F). Técnico: _____ Data: _____ Obs: _____											

Fonte: Autora.

Tabela H6 - Resistência de aderência à tração (MPa)- entre a técnica proposta e convencional, para a cerâmica grés porcelanato.

Nº Amostras	Técnica Proposta- Tensão (MPa)	Técnica Convencional – Tensão (MPa)	Diferença entre as técnicas
1º	0,29	0,14	0,15
2º	0,27	0,11	0,16
3º	0,28	0,1	0,18
4º	0,2	0,08	0,12
5º	0,2	0,14	0,06
6º	0,26	0,16	0,1
7º	0,34	0,18	0,16
8º	0,24	0,16	0,08
9º	0,28	0,15	0,13
10º	0,29	0,14	0,15
Média	0,26	0,14	0,13

Fonte: Autora.

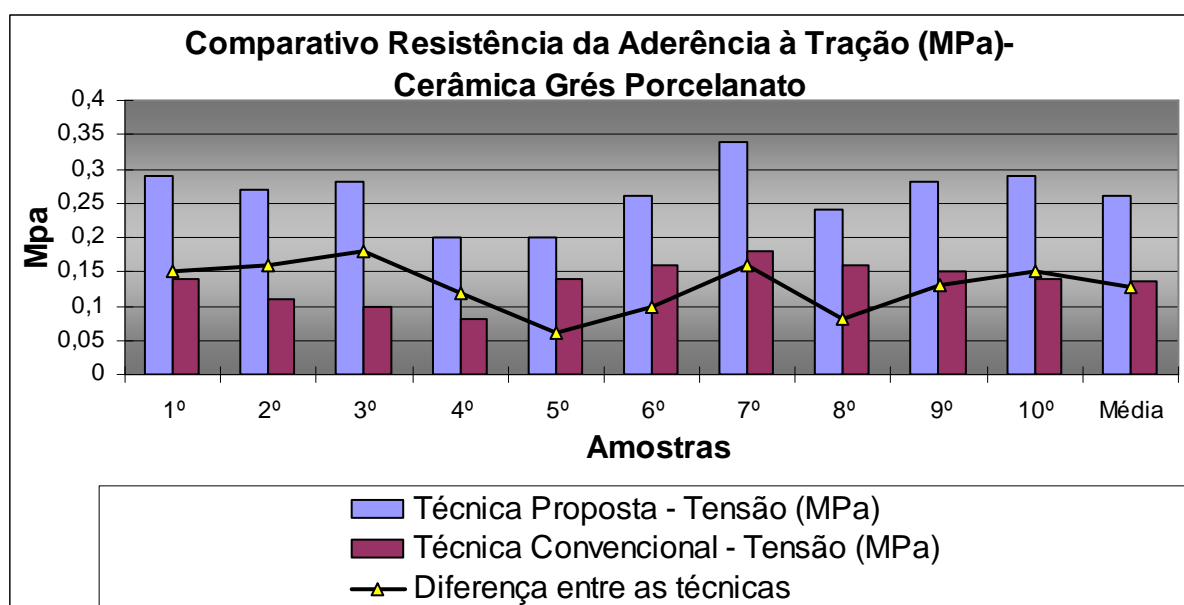



Gráfico H2 - Resistência de aderência à tração (MPa)- entre a técnica proposta e convencional, para a cerâmica grés porcelanato.

Fonte: Autora.

Como resultado dos testes de resistência da aderência à tração, do assentamento da cerâmica grés comercial, obteve-se a seguinte tabela:

Tabela H7 - Resistência da aderência à tração (MPa)- para cerâmica grés comercial, assentada através da técnica convencional

3a- TÉCNICA CONVENCIONAL- Cerâmica Grés Comercial Ensaio realizado: Argamassa colante industrializada – NBR 13753 Interessado: Marli T. Baú Data de moldagem:22.12.05 Data de rompimento:19.01.06 Tipo da cerâmica: Cerâmica Grés Comercial Tipo argamassa colante: QUARTZOLITE ACI Tipo do substrato VER DESENHO											
AMOSTRAS	Carga (N)	Seção (mm²)	C Tensão (MPa)	Forma de ruptura						Espessura (mm)	OBS
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
50-	0,27x 1000 =270	2.500	0,12			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-1mm	
51-	0,18X 1000 =180	2.500	0,07			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-1mm	
52-	0,26x 1000 =260	2.500	0,10			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-3mm	
53-	0,34 x1000 =340	2.500	0,13		X					Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-10mm	
54-	0,37x 1000 =370	2.500	0,14		X					Cerâmica-7,5mm Argamassa-5mm Substrato-2mm	
55-	0,42x1000 =420	2.500	0,16			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-5mm Substrato-3mm	
56-	0,38x1000 =380	2.500	0,15			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-2mm	
57-	0,41x1000 =410	2.500	0,16			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-1mm	
58-	0,38x1000 =380	2.500	0,15			X				Cerâmica-7,5mm Argamassa-4mm Substrato-1mm	
Resistência média=0,13 MPa Coeficiente de variação=21,4 % FORMAS DE RUPTURA a)ruptura do substrato(S); b)ruptura na interface argamassa e substrato(S/A); c)ruptura da camada de argamassa colante (A); d)ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P); e)ruptura da placa cerâmica (P); f)falha na colagem da peça metálica (F). Técnico: _____ Data: _____ Obs: _____											

Fonte: Autora.

Tabela H8 - Resistência da aderência à tração (MPa)- para cerâmica grés comercial, assentada através da técnica proposta.

3b-TÉCNICA PROPOSTA- Cerâmica Grés Comercial

Ensaio realizado: Argamassa colante industrializada – NBR 13753

Interessado: Marli T. Baú

Data de moldagem: 02.12.2005

Data de rompimento: 30.01.2006

Tipo da cerâmica: Grés Comercial 300X300mm

Tipo argamassa colante: QUARTZOLITE AC1;

Tipo do substrato: VER DESENHO Argamassa para contrapiso

AMOSTRAS	Carga= P (N) PX1000= P(N)	Seção= A (mm²)= 2500 Mm²	P-Tensão Ra (MPa) Ra=P/A	Forma de ruptura						Espessura (mm)	OBS
PROPOSTA				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
01-	0,48x1000 =480	2.500	0,19		X					4mm argamassa	Argamassa soltou de forma lisa, plana, bem definida do substrato
02-	0,74x1000 = 740	2.500	0,29	X						4mm argamassa 14mm de substrato- em forma de montanha	O substrato foi arrancado juntamente com a argamassa
03-	0,74x1000 = 740	2.500	0,29		X					4mm argamassa 3,5mm de pedrinhas do substrato-alguns pontos	A argamassa retirou algumas pedrinhas do substrato
04-	0,66x1000 = 660	2.500	0,26		X					4mm argamassa 3,5mm de pedrinhas do substrato- alguns pontos	A argamassa retirou algumas pedrinhas do substrato
05-	0,63x1000 = 630	2.500	0,25		X					4mm argamassa	Argamassa soltou de forma lisa, plana, bem definida do substrato
06-	0,35x1000 = 350	2.500	0,14	X						4mm argamassa 14mm de substrato- em forma de montanha	O substrato foi arrancado juntamente com a argamassa
07-	0,64x1000 = 640	2.500	0,25		X					4mm argamassa 3,5mm de pedrinhas do substrato-alguns pontos	A argamassa retirou algumas pedrinhas do substrato
08-	0,53x1000 = 530	2.500	0,21		X					4mm argamassa 3,5mm de pedrinhas do substrato- alguns pontos	A argamassa retirou algumas pedrinhas do substrato
09-	0,63x1000 = 630	2.500	0,25		X					4mm argamassa 3,5mm de pedrinhas do substrato- alguns pontos	A argamassa retirou algumas pedrinhas do substrato

Resistência média= 0,24 Mpa

Coeficiente de variação=19,2 %

FORMAS DE RUPTURA

a)ruptura do substrato(S);

b)ruptura na interface argamassa e substrato(S/A);

c)ruptura da camada de argamassa colante (A);

d)ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P);

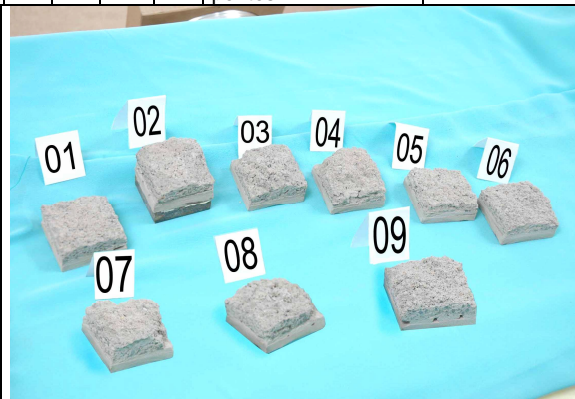
e)ruptura da placa cerâmica (P);

f)falha na colagem da peça metálica (F).

Técnico: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

OBS: \_\_\_\_\_



Fonte: Autora.

Tabela H9 - Resistência de aderência à tração (MPa)- entre a técnica proposta e convencional, para a cerâmica grés comercial.

Nº Amostras	Técnica Proposta Tensão (MPa)	Técnica Convencional Tensão (MPa)	Diferença entre as Técnicas
1º	0,19	0,12	0,07
2º	0,29	0,07	0,22
3º	0,29	0,1	0,19
4º	0,26	0,13	0,13
5º	0,25	0,14	0,11
6º	0,14	0,16	-0,02
7º	0,25	0,15	0,1
8º	0,21	0,16	0,05
9º	0,25	0,15	0,1
Média	0,24	0,13	0,11

Fonte: Autora.

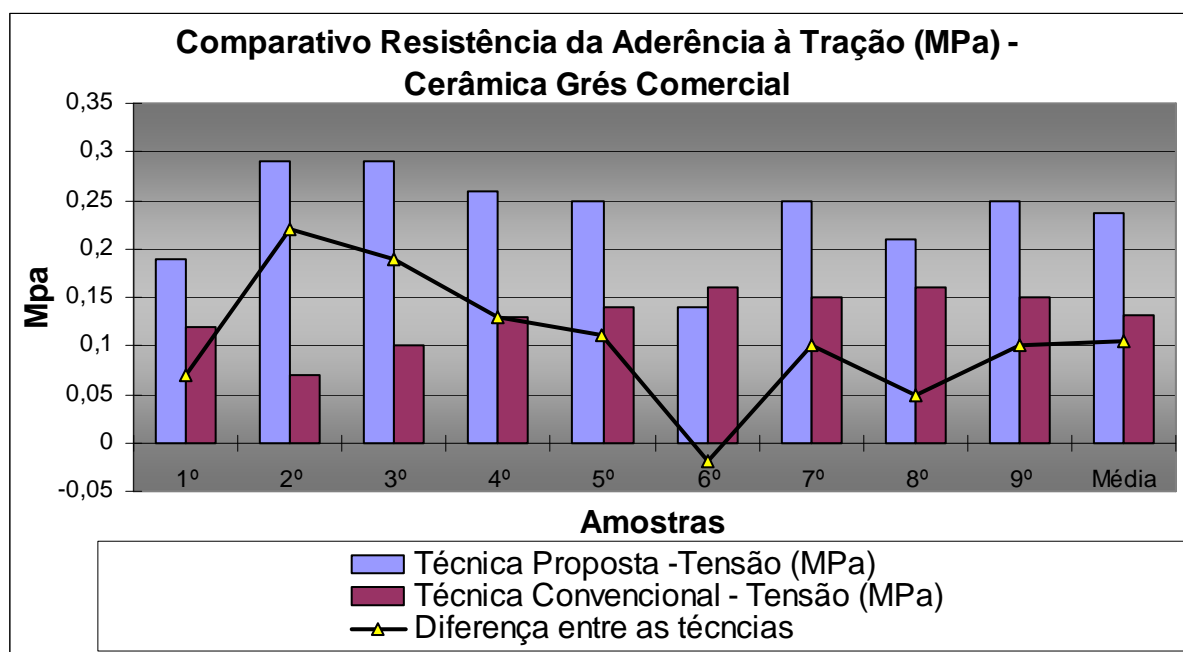


Gráfico H3 - Resistência de aderência à tração (MPa)- entre a técnica proposta e convencional, para a cerâmica grés comercial.

Fonte: Autora.

Tabela H10- Comparativo dos valores de resistência a aderência entre a técnica proposta e convencional (MPa).

Comparativo da Resistência a Aderência entre a Técnica Proposta e a Técnica Convencional		
	Técnica proposta (MPa)	Técnica convencional (MPa)
Cerâmica grés Retificada	0,23	0,15
Cerâmica grés Porcelanato	0,26	0,14
Cerâmica grés Comercial	0,24	0,13
Média	0,24	0,14

Fonte: Autora.

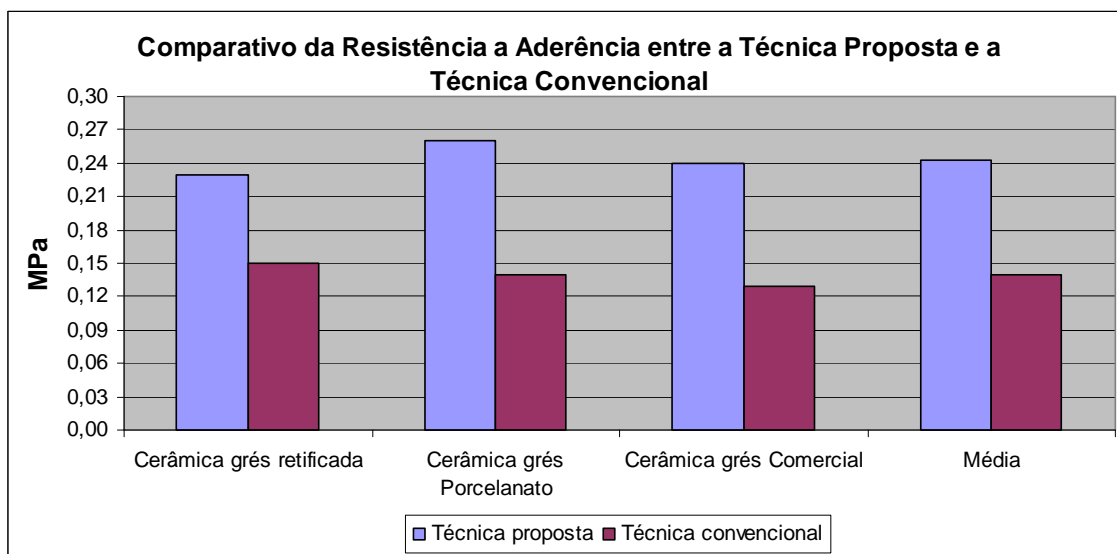


Gráfico H4 - Comparativo dos valores de resistência a aderência entre a técnica proposta e convencional.

Fonte: Autora.